

ABB

3 | 15
es

review

YuMi®, el robot de dos brazos 7

La salud de los transformadores 12

Sacar más partido al horno de arco 25

Control de las oscilaciones 52

La revista técnica
corporativa



Producción estable

Power and productivity
for a better world™



En la sociedad actual, la producción ocupa un lugar central por muchos motivos. Para las personas, es una fuente de productos y bienes. Para la economía, es una fuente de prosperidad. La participación de ABB en la producción es múltiple, y va desde el suministro de la energía que lo hace todo posible hasta los sensores y motores que mantienen la fábrica en marcha, pasando por los sistemas de control y automatización.

La portada ilustra la instalación de un motor en la planta de aguas residuales de Kappala en Lidingö, Suecia. En esta planta hay también otros productos de ABB, como aparataje, inversores y un sistema de control. La contraportada muestra una refinería de Houston, Estados Unidos.



Potenciar la productividad

- 7 YuMi®**
Presentación del primer robot con dos brazos realmente colaborador del mundo que cambiará radicalmente las cadenas de montaje
- 12 La salud de los transformadores en la práctica**
Maximizar la fiabilidad de un transformador dentro de un presupuesto
- 18 Fragmentación de la carga**
La producción flexible ahorra costes de energía

Procesos y productividad

- 25 Agitación**
ArcSave® aumenta la productividad y reduce los costes en hornos de arco eléctrico
- 32 El mejor amigo de un motor**
La separación entre arranque suave y accionamiento se estrecha
- 35 Media tensión, máxima prestación**
UPS de media tensión PCS100 de ABB
- 39 El caso Windows**
Windows XP ha agotado su ciclo de vida ¿cuáles son las consecuencias?
- 42 PASS da un paso adelante**
La tecnología de aparamenta híbrida de ABB está ahora disponible para 420 kV
- 48 Vida inteligente**
La automatización del hogar más fácil que nunca con ABB-free@home®
- 50 Cable a la vista**
Conectores y soluciones precableadas aumentan la productividad

Domeñar la fuerza

- 52 Domeñar la fuerza**
El control avanzado logra una disponibilidad y un rendimiento elevados dominando la inestabilidad compleja
- 55 Combatir las oscilaciones**
Métodos activos avanzados de amortiguación en convertidores eléctricos de media tensión controlan las oscilaciones eléctricas

Su turno

- 60 Premio de investigación de 300.000 dólares**
ABB ha creado un premio para apoyar la investigación postdoctoral sobresaliente
- 62 Su opinión cuenta**
Cómo pueden los lectores hacer que ABB review sea aún mejor

Producción estable



Claes Ryttoft

Estimado lector:

La producción industrial supone alrededor del 31 por ciento del PIB mundial y crea el 34 por ciento de todos los puestos de trabajo del mundo. Tanto para mantener un proceso químico como para construir el último smartphone, la logística traza una coreografía compleja en la que convergen numerosas disciplinas. La producción está también cerca del corazón de ABB, no solo porque la mayoría de sus clientes forman parte de este sector (o prestan servicio en él), sino porque, siendo a su vez una empresa de fabricación, ABB conoce y comparte los problemas.

En un mundo en rápido movimiento, la industria está en un estado de cambio constante, pues los nuevos medios de producción abren nuevas oportunidades. El campo de la robótica es buen ejemplo. Hasta hace poco, el robot industrial típico se movía detrás de un perímetro de seguridad rígido, impuesto por la naturaleza del trabajo y por el diseño del equipo. Aunque los robots siguen siendo la estructura básica de las tareas pesadas, su potencial ya no se limita a ellas. En el futuro, en muchas líneas de producción habrá robots y compañeros humanos trabajando en el mismo espacio, lado a lado, haciendo cada uno lo que mejor sabe hacer e intercambiando componentes como parte del flujo de trabajo. La seguridad de estas interacciones estará garantizada por una combinación de diseño del hardware y medidas preventivas del comportamiento del robot. El protagonista del primer artículo de este número de ABB Review es YuMi®, el revolucionario robot de ABB.

Aumentar la eficiencia y la solidez de la producción obliga a optimizar muchas áreas que sobrepasan el diseño de la maquinaria. En particular, el software y los servicios ocupan una posición cada vez más destacada. Los ejemplos recogidos en este número incluyen la gestión del estado de salud de los transformadores y la programación dinámica de tareas para ahorrar costes de energía.

Otras aportaciones relacionadas con la producción son la agitación electromagnética en hornos de arco (que mejora la eficiencia y la homogeneidad), un arranque suave que aporta opciones de control de motores nuevas y valiosas, una UPS (fuente de alimentación ininterrumpida) de media tensión y una forma de aumentar la eficacia del trabajo de montaje con el precableado.

Las oscilaciones e inestabilidades complican el diseño y la explotación de sistemas eléctricos y, si no se atenúan debidamente, pueden dañar la maquinaria y provocar apagones. Bajo el título "Domeñar la fuerza", ABB Review lanza una serie de artículos centrados en este tema. El primero está dedicado a los convertidores de media tensión.

El éxito de ABB depende de su capacidad para lograr que pensadores brillantes hagan investigación universitaria sobre nuestro ámbito tecnológico. La empresa ha creado, en honor de Hubertus von Gruenberg, Presidente del Consejo de Administración de ABB entre 2007 y 2015, un premio a la mejor tesis doctoral en los campos de la electricidad y la automatización. El premio (dotado con 300.000 dólares para financiar actividades de investigación posdoctorales) se entregará cada tres años. En este número de ABB Review encontrará más información sobre el premio.

También me gustaría invitarle a participar en una encuesta para recoger la opinión que le merece esta revista. Valoramos mucho su opinión, y la utilizaremos para seguir mejorando la publicación.

Que disfrute de la lectura.

Claes Ryttoft
Director de Tecnología y
Vicepresidente Senior del Grupo
Grupo ABB





Más detalles en ABB Review

La edición para tablet de ABB Review contiene más fotografías y vídeos.





YuMi®

Presentación del primer robot con dos brazos realmente colaborador del mundo que cambiará radicalmente las cadenas de montaje

PHIL CROWTHER – En los últimos años, los avances en el ámbito de la robótica han facilitado mucho la integración de robots en las cadenas de montaje: la instalación se ha agilizado, la programación y la reprogramación se han simplificado y los robots son hoy en día más versátiles, lo que les permite realizar muchas más tareas que antes. Pero lo que hasta ahora no existía era un robot colaborador capaz de aprender fácilmente su tarea y trabajar con un humano sin las limitaciones que imponen las barreras de seguridad. La situación acaba de cambiar. Tras años de investigación y desarrollo, ABB ha presentado a YuMi®. YuMi® es el primer robot industrial que realmente puede llamarse colaborador y que cumple las normas de seguridad que le permiten trabajar codo con codo con humanos en las cadenas de montaje. Este innovador robot marca el inicio de una nueva era en la fabricación.

Imagen del título

YuMi® representa una innovación revolucionaria en el campo de los robots colaboradores.

1 YuMi® cuenta con brazos acolchados que se detienen de inmediato si se produce un contacto inesperado.



Pocos campos de la producción están cambiando con tanta rapidez como el del montaje de piezas pequeñas. En particular, la industria electrónica ha visto cómo la demanda en este campo ha sobrepasado con creces la oferta de mano de obra especializada. A medida que los métodos de montaje convencionales van perdiendo valor, los fabricantes consideran estratégica y económicamente obligatorio invertir en nuevas soluciones.

La introducción en el mercado de YuMi®, un juego de palabras que significa “you” (tú) y “me” (yo), es una solución revolucionaria para la colaboración humano-robot en el entorno de montaje de piezas pequeñas.

La seguridad es lo primero

YuMi® elimina literalmente las barreras para la colaboración y convierte las vallas y las jaulas protectoras en cosa del pasado. Su diseño se basa en una integración revolucionaria de software de control del movimiento, hardware de velocidad limitada, reducción de peso, estructura com-

pacta y agilidad de 14 ejes. Los ligeros brazos de magnesio acolchados pueden detener el movimiento del robot en milésimas de segundo si es necesario, por ejemplo, si se produce una colisión imprevista → 1.

Al igual que el brazo humano, YuMi® no tiene puntos de pinzamiento, por lo que no puede producirse aplastamiento entre dos superficies contrapuestas cuando el

YuMi® es seguro cerca de los seres humanos y es el primer robot industrial con certificación independiente para este elevado nivel de seguridad.

brazo se flexiona. Los brazos acolchados albergan el cableado y las conexiones de aire para eliminar enredos, reducir requisitos de mantenimiento y facilitar la limpieza del robot.

El efecto combinado de estas características es la garantía de la seguridad de los colegas humanos en las líneas de producción y en estaciones de fabricación.



El futuro de la robótica y la automatización depende del trabajo en colaboración de humanos y robots, y en ninguna parte tiene tanto sentido como en las cadenas de montaje que construyen la electrónica de la que depende la sociedad.

Productividad

Además de su seguridad intrínseca, YuMi® es un robot muy eficiente y competente, dos cualidades que aceleran la recuperación de la inversión. ABB diseñó YuMi® para que fuese productivo muy rápidamente como solución integral, con brazos integrados, manos flexibles, torso, tecnología de control y sistema de alimentación de piezas.

Gracias a su presencia internacional, ABB conoce el panorama completo de tendencias de fabricación en 53 países, muchos de ellos, como los situados en el norte de Asia, con previsiones de alto crecimiento en el ámbito de la electrónica, algo que tuvo muy en cuenta a la hora de diseñar a YuMi®. Entre estas tendencias se encuentra la rápida fusión de dispositivos de consumo, computadoras y comunicación (convergencia 3C). Ello ha conducido a los consumidores a esperar innovación constante a precios asequibles, poniendo siempre a prueba los procesos de producción. Para los fabricantes, el mercado de masas ha cambiado las reglas de la producción de formas que solo pueden abordarse eficazmente con la automatización. Las expectativas actuales de montaje de piezas pequeñas implican aumento del volumen de producto, acortamiento del ciclo de vida y de los plazos de entrega y una tendencia

creciente a la personalización de los productos, particularmente los electrónicos, cerca de los mercados finales.

Este nuevo universo de montaje de piezas pequeñas requiere que los robots sean muy flexibles y aprendan fácilmente nuevas tareas. Con YuMi®, el operario solo tiene que activar el programa “grabar”, guiar manualmente a YuMi® por los movimientos deseados y registrar puntos de paso y acciones de las pinzas en una tablet que ejecuta la aplicación de YuMi®. Esta aplicación convierte los movimientos en código para el controlador → 2. YuMi® aprende tareas nuevas en minutos. Y lo mejor es que los operarios no necesitan ninguna formación especial. Conocida como programación guiada, es el futuro de la programación de robots, y tan sencilla que cualquiera puede utilizarla.

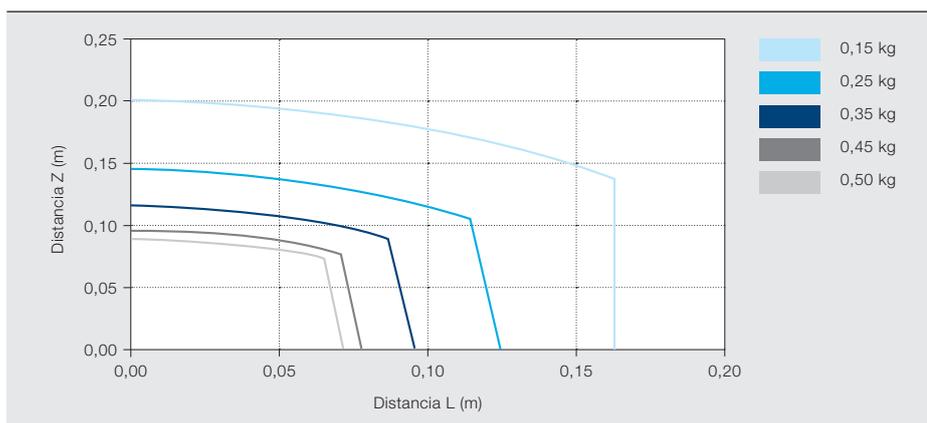
Para tareas demasiado complicadas para este método, se puede utilizar el lenguaje de programación RAPID de alto nivel de ABB para enseñar al robot de una forma más tradicional.

Instalar y listo

YuMi® también es muy fácil de instalar. Con sus 38 kilos, es fácilmente transportable y los orificios de montaje permiten atornillarlo de forma sencilla y segura al



4 YuMi®: carga útil



5 Especificaciones principales de YuMi®. Precisión reproducible de 0,02 mm.

IRB 14000 - 0,5/0,55	
Carga útil	0,5 kg por brazo
Radio de acción	559 mm
Precisión	0,02 mm
Interfaz con el cliente	Interfaz de pie
Peso	38 kg
Posición de montaje	Mesa
Temperatura	5 – 40 °C
Protección IP	IP 30
Sala limpia / calidad alimentaria	No

YuMi® tiene un esqueleto de magnesio ligero y rígido, cubierto por una carcasa flotante de plástico envuelta en un acolchamiento que absorbe impactos imprevistos.

banco de trabajo → 3. El diseño cerrado oculta los cables, los componentes electrónicos y los manguitos en el interior del robot, lo que elimina el desorden y facilita los desplazamientos. Gracias a la facilidad de formación e instalación, es muy sencillo desplazarlo a otra zona de trabajo para realizar otra tarea.

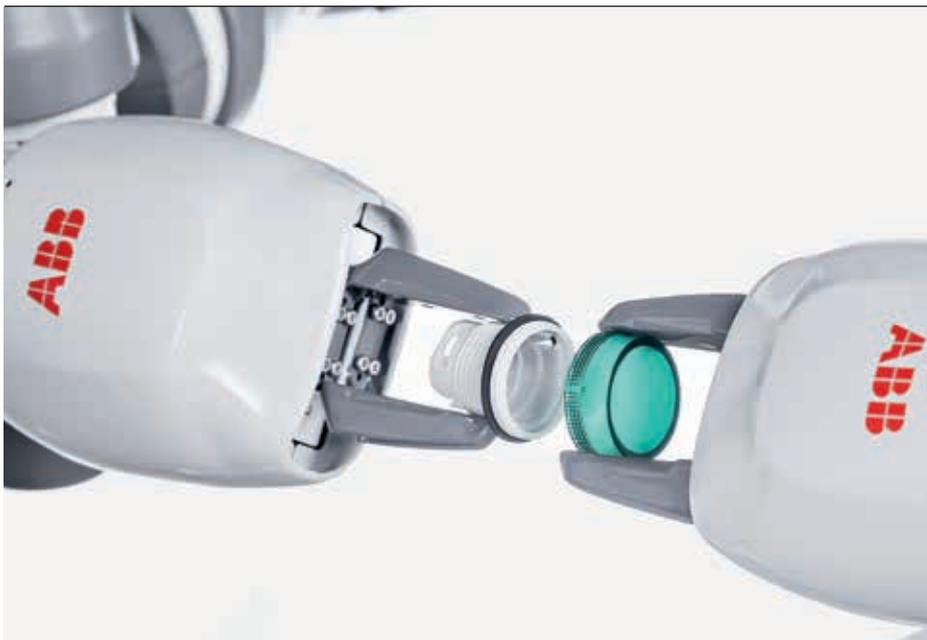
Una historia apasionante

YuMi® es compacto: su torso es aproximadamente del mismo tamaño que el de un humano, pero puede estirarse más, unos 70 cm por encima de su plano de montaje y 30 cm por debajo. En el plano horizontal, alcanza unos 55 cm. Estas distancias dependen del peso transportado → 4. Su doble brazo cuenta con siete ejes de movimiento que dotan al robot de gran destreza y precisión: YuMi® puede

regresar al mismo punto espacial reiteradamente con una precisión de 0,02 mm y una velocidad máxima de 1500 mm/s → 5. También puede realizar tareas de montaje entre los brazos gracias a su fuerza de contacto. Su doble brazo permite además la multitarea.

YuMi® cuenta con una interfaz normalizada de montaje de herramientas. Así, YuMi® se puede utilizar para manipular una gran variedad de piezas comunes en entornos de montaje de piezas pequeñas, puede entregarse con pinzas integradas y muy flexibles, incluidas servopinzas, ventosas individuales / dobles y pinzas con visión → 6-7. Esto permite adaptar el robot a la mayoría de las tareas de montaje. YuMi® cumple la normativa ESD (descarga electrostática), por lo que

6 Precisión, destreza y cumplimiento ESD permiten a YuMi® manipular componentes delicados sensibles a las cargas electrostáticas.



7 YuMi® admite pinzas preparadas para la visión, ventosas simples y dobles y servoasistidas.



puede manipular los componentes con mayor sensibilidad electrostática.

Alimentación de piezas

El montaje de piezas pequeñas requiere algo más que destreza: el suministro eficaz de las piezas para una tarea determinada también es esencial para una operación eficiente. Para abordar este punto, ABB desarrolló el sofisticado sistema de alimentación de piezas FlexFeeder™. FlexFeeder almacena en un depósito gran número de piezas de entre 3 y 30 mm. Recoger las piezas directamente del depósito es una tarea tridimensional muy complicada que FlexFeeder convierte en bidimensional, mucho más sencilla, colocando las piezas en una superficie plana donde las cámaras integradas en las pinzas de YuMi® las localiza y recoge fácilmente.

Ventajas

Los fabricantes que utilicen YuMi® lograrán una producción más rápida, productos de mayor calidad, reducción de residuos, mayor eficiencia, aumento de la flexibilidad y un elevando rendimiento de la inversión. Aunque YuMi® fue específicamente diseñado para satisfacer las necesidades de producción flexible y ágil de la industria de la electrónica de consumo, puede aplicarse prácticamente a cualquier entorno de montaje de piezas pequeñas gracias a su doble brazo, las pinzas flexibles, el sistema universal de alimentación de piezas, la ubicación de piezas basada en cámara, la programación guiada y el control de movimiento de altísima precisión.

Al igual que el brazo humano, YuMi® no tiene puntos de pinzamiento, por lo que no puede producirse aplastamiento entre dos superficies contrapuestas cuando el brazo se flexiona.

YuMi® no solo beneficia a los fabricantes, sino toda la cadena de valor: el operario, con un entorno de trabajo más seguro y mayor calidad de vida; el medio ambiente, con menos residuos; y el consumidor, con un producto de mejor calidad.

Creación de un futuro automatizado

Con la presentación de YuMi®, ABB amplía los límites de la automatización robótica y modifica de forma esencial los tipos de procesos industriales que pueden automatizarse con robots. YuMi® es el resultado de años de investigación y desarrollo y anuncia una nueva era de colaboradores robóticos capaces de trabajar de forma segura junto a operarios humanos. Aunque YuMi® está especialmente diseñado para tareas de montaje de piezas pequeñas y ofrece importantes beneficios de por sí, se trata de la primera solución de ABB diseñada pensando en una nueva era de colaboración humano-robot. Las ventajas de este tipo de colaboración no se limitan a un solo sector; casi todos pueden beneficiarse de las soluciones robóticas colaborativas.

Phil Crowther
ABB Robotics
Shanghái, China
phil.crowther@cn.abb.com



La salud de los transformadores en la práctica

Maximizar la fiabilidad de un transformador dentro de un presupuesto

JOHN VINES, BERNARD BANH, CRAIG STIEGEMEIER, POORVI PATEL, LUIZ V. CHEIM – Muchas empresas que utilizan transformadores están experimentando importantes recortes del presupuesto de mantenimiento y los recursos de expertos y nuevos y más exigentes requisitos reglamentarios junto con mayores expectativas por parte de los accionistas. Esta nueva realidad exige un enfoque nuevo de la gestión de equipos; en lugar de mantener la situación actual, hay que implantar otras metodologías. Muchas de las estrategias actuales de mantenimiento de transformadores se basan en el tiempo. Como algunas unidades no precisan tanto mantenimiento como otras, este método puede acarrear un mantenimiento innecesario. La respuesta es el mantenimiento basado en el estado, mucho más eficiente. Consiste en priorizar la necesidad de mantenimiento en función del riesgo y la importancia, para gastar el dinero en lo más necesario. ¿Pero cómo se asigna correctamente la prioridad del mantenimiento? La respuesta está en el análisis de datos.



Las empresas tienden a confiar siempre en los mismos equipos de expertos para mantener sus recursos → 1. Pero muchos de tales expertos se acercan a la edad de jubilación y nadie los sustituye. Esta reducción del personal forma parte de una tendencia al recorte de costes que también afecta al presupuesto de mantenimiento.

A muchas empresas les gustaría confiar en la supervisión y el análisis de datos para cubrir esta falta de conocimientos. Pero el volumen y la complejidad de los datos supera rápidamente incluso a las organizaciones mejor dispuestas. Esto ha llevado a iniciar la búsqueda de una forma de manejar las grandes cantidades de datos necesarias y compensar la pérdida de conocimiento experto.

Fiabilidad del índice de estado de un transformador

Una opción es calcular el índice de estado del transformador. Hay varios enfoques de esta idea, la mayoría de los cuales emplea una lista de parámetros técnicos que los expertos consideran esen-

ciales para el funcionamiento y el buen estado del transformador. Cada elemento de la lista se pondera para indicar su importancia relativa. Luego todo consiste en valorar cada parámetro y asignarle una puntuación (por ejemplo, entre cero y 100), multiplicar la ponderación individual por la puntuación correspondiente y dividir el resultado por la suma de todas las ponderaciones multiplicada por la puntuación máxima de cada parámetro.

Este método tiene sus inconvenientes:

- Los pesos elegidos por los expertos son subjetivos, y expertos diferentes pueden proponer ponderaciones distintas.
- Unas ponderaciones mal elegidas pueden enmascarar fácilmente la

importancia de otros parámetros o funciones y subestimar así posibles problemas en parámetros que han recibido una ponderación baja.

El sistema ideal incluye la determinación de la importancia relativa del recurso y el riesgo de fallo.

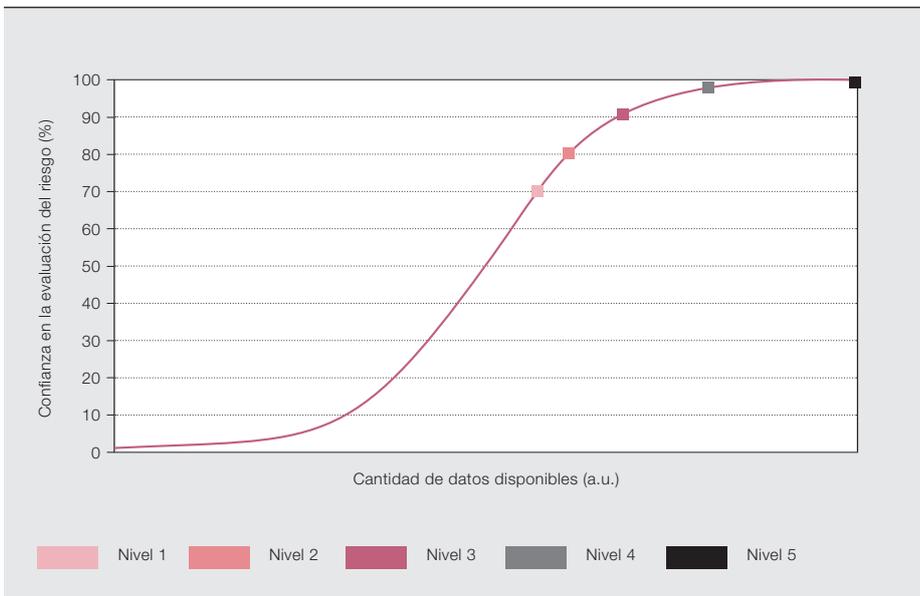
- Casi siempre falta un análisis de la sensibilidad sólido; pocos procedimientos llevan la prueba de esfuerzo hasta el extremo de ensayar un caso real y compararlo con el resultado del procedimiento.
- Por extraño que parezca, el método descrito dará el mismo resultado para cualquier selección de pesos siempre que todas las puntuaciones estén en su valor máximo.

Imagen del título

El mantenimiento inteligente de los transformadores reduce costes y saca más partido a los cada vez más escasos expertos. ¿Cómo explotar el análisis de datos para conseguir el mejor resultado?

Es importante que el sistema haga recomendaciones y sugerencias para reducir el riesgo a fin de ayudar a mantener la salud del transformador.

2 El nivel de confianza de la evaluación aumenta con el volumen de datos disponibles.



Una solución ideal debería poder reunir y analizar grandes cantidades de datos de muchas fuentes distintas. La flexibilidad es clave, puesto que los datos procederían de muchos tipos distintos de sensores, controladores y sistemas. Y hay que recoger los datos, sea cada hora, cada día, cada mes o cada año. Una vez organizados, se analizan con algoritmos expertos que contemplan el sistema en su conjunto, no solo cada una de sus partes.

Revisiones periódicas

El chequeo médico anual ayuda a detectar los problemas de salud cuando empiezan y a mantener el bienestar. Este mismo procedimiento ha demostrado su efectividad en el caso de los transformadores. Para valorar el estado de un transformador, se recoge información, se evalúa y se compara con datos anteriores para detectar tendencias y luego se establece un diagnóstico. El sistema ideal incluye la determinación de la importancia relativa del recurso y el riesgo de fallo. También es importante que el sistema haga recomendaciones y sugerencias para reducir el riesgo y ayudar a mantener el transformador en buen estado.

Nivel de confianza

La evaluación del estado inicial debe ser muy completa y dar como resultado un cálculo del riesgo de fallo de la unidad → 2. Una idea mejor que crear una vista del índice de salud formada por características individuales que luego se suman es aprovechar los conocimientos de expertos (SME) en transformadores

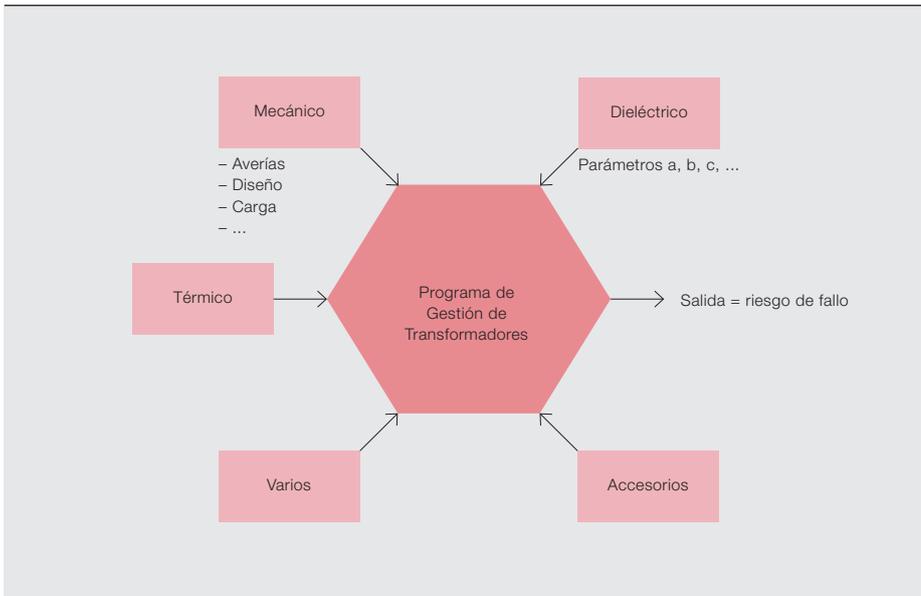
para evaluar aspectos funcionales junto con una vista del cuadro completo.

Inicialmente deben reunirse los datos siguientes:

- Placa de características, análisis de gases disueltos (DGA) y parámetros de calidad del aceite.
- Carga, relación de espiras del transformador (TTR) y factor de potencia del aislamiento.
- Bornas: capacitancia y factor de potencia, estado de la porcelana, exploración térmica, nivel de aceite y tipo y antigüedad.

Para manejar datos en cambio constante, ABB ha desarrollado el programa Dynamic Transformer Management.

- Cambiador de tomas de carga: tipo, datos de mantenimiento, DGA y estado.
- Estado del sistema de refrigeración y de conservación del aceite, nivel del depósito de aceite y antigüedad de los accesorios.
- Integridad del depósito, fugas, corrosión, pintura, estado y controles del armario.



Los algoritmos empleados por DTMProgram analizan cada uno de los aspectos funcionales de un transformador y los agrupan en las cinco áreas funcionales utilizadas por MTMProgram.

- Protección (relé Buchholz, descargadores, alivio de presión, etc.) e histórico del producto.
- Datos de fallos, diseño y práctica de cierre automático de unidades hermanas.
- Resultados de pruebas especiales tales como análisis de furanos, grado de polimerización (DP), prueba de tensión inducida por campos, análisis de respuesta de frecuencia de barrido (SFRA), respuesta de frecuencia del dieléctrico (DFR), etc.
- Corrientes inducidas geomagnéticamente (GIC).

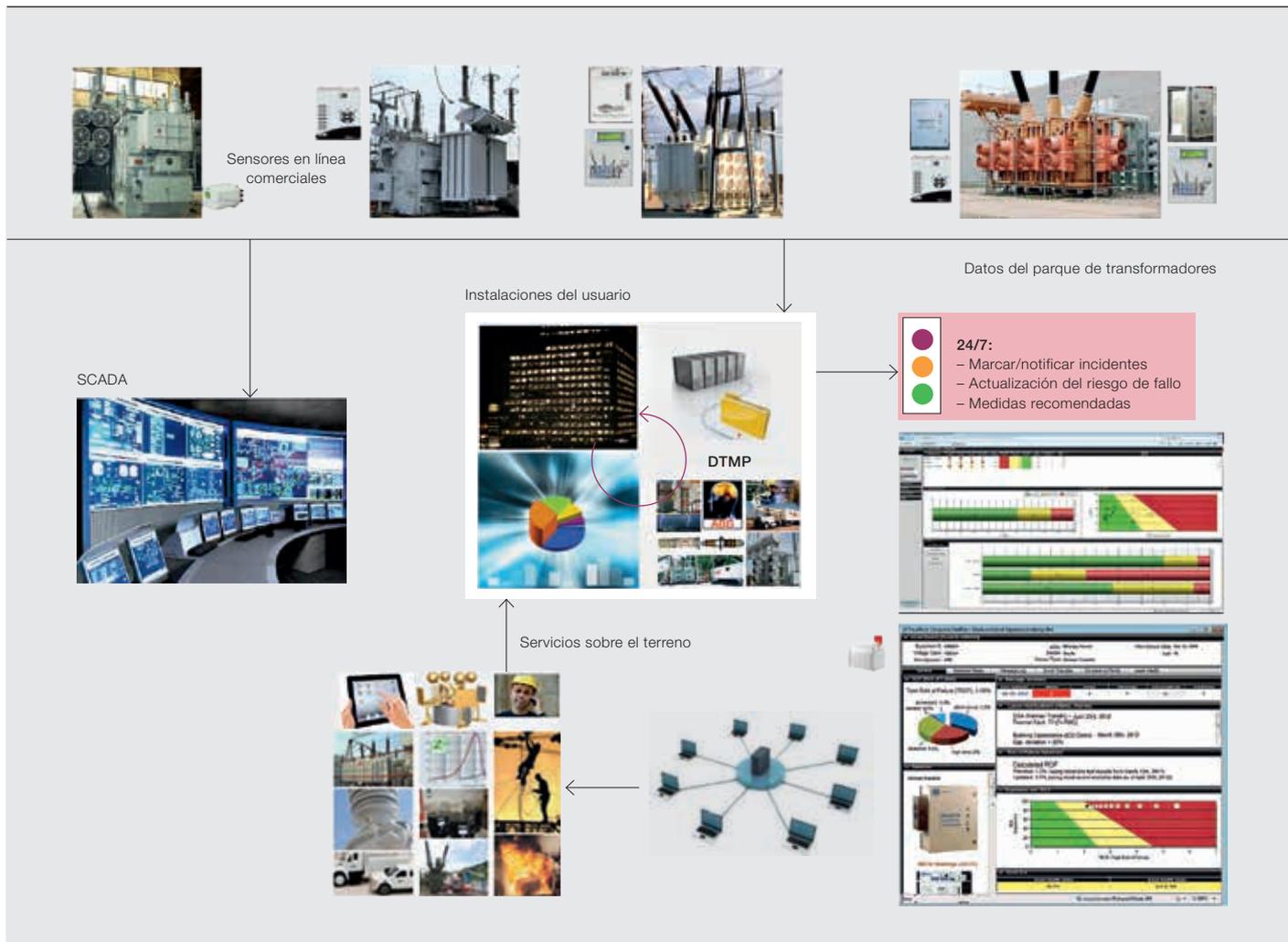
Los datos reunidos pueden analizarse con el programa Mature Transformer Management Program (MTMProgram™) de ABB. MTMProgram consolida los datos en cinco grupos funcionales –térmico, mecánico, dieléctrico, accesorios y varios– para dar una evaluación completa del estado → 3-4. Hace recomendaciones de mejora de la fiabilidad de transformadores individuales. Las funciones principales del transformador cubiertas son esfuerzos típicos, solicitud de la red, y capacidades de cortocircuito, térmicas y dieléctricas.

El procedimiento establece una conexión estrecha entre las condiciones de máximo esfuerzo, los requisitos para cada transformador y la contribución de cada parámetro a esa funcionalidad. Luego calcula el riesgo de fallo de cada uno de los transformadores especificados en el parque. Después de más de una década

y con cerca de 10.000 transformadores evaluados globalmente, este programa ha demostrado ventajas para muchos usuarios finales de transformadores en diversas aplicaciones.

El programa proporciona una instantánea del estado general del transformador. Si cambian las condiciones o se añaden datos nuevos, se actualiza diariamente el riesgo de fallo y las recomendaciones de mantenimiento o el funcionamiento. Para el manejo de datos en cambio constante, ABB ha desarrollado el programa Dynamic Transformer Management (DTMProgram™). Los algoritmos empleados por DTMProgram analizan cada uno de los aspectos funcionales de un transformador y los agrupan en las cinco áreas funcionales utilizadas por MTMProgram. Al contrario que el índice de salud, un algoritmo de sistema experto contempla el transformador en su conjunto, no sus componentes individuales → 5. Este sistema experto actúa para todo el parque y es también capaz de buscar correlaciones cruzadas entre cualesquiera de los aspectos contemplados en el transformador.

SME de ABB ha creado asimismo algoritmos para baterías e interruptores con un método similar al descrito. Se están elaborando muchos algoritmos más para apoyar otros recursos críticos del sector. La clave para el éxito de estos algoritmos es la utilización del SME durante la fase de diseño. Los algoritmos para transformadores son muy flexibles y se pueden



Al contrario que el índice de salud, un algoritmo de sistema experto contempla el transformador en su conjunto, no sus componentes individuales.

integrar en muchas plataformas de software. Sean cuales sean las fuentes de datos y los sistemas de software existentes, hay una solución para apoyar un método de mantenimiento basado en el estado.

Asset Health Center: otras soluciones

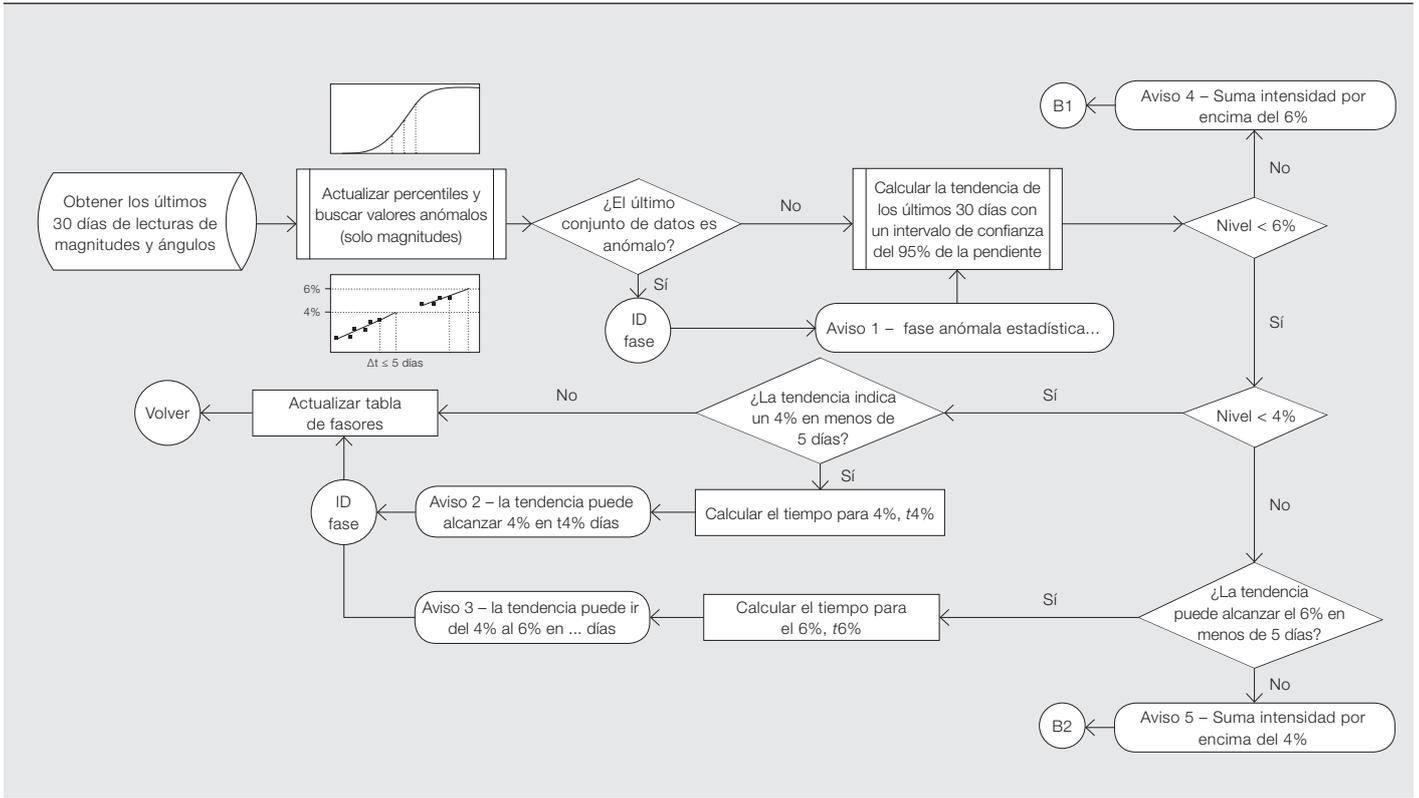
Una de esas otras soluciones es Asset Health Center (AHC), que reúne la experiencia de ABB en tecnología operativa (OT) y su conocimiento del software de tecnología de la información (IT) para proporcionar la oferta en línea más reciente para la supervisión del estado de los parques.

mano, para llevar a cabo diariamente evaluaciones automatizadas del estado y hacer recomendaciones de experto basadas en dicho análisis. También incluye supervisión del estado, riesgo de fallo, análisis de tendencias, comparaciones con la familia de productos, alertas por email y SMS, opciones de informes e indicaciones de escalabilidad del parque. Cuadros de mando claros y de fácil utilización

Los expertos de ABB han creado algoritmos para baterías e interruptores y están elaborando muchos más para apoyar otros recursos críticos del sector.

Tras una evaluación inicial, el software utiliza datos de sensores online o de prueba offline clásicos, introducidos a

zación permiten al usuario determinar el estado del parque de un vistazo. Con semáforos (verde, amarillo y rojo) los



usuarios identifican rápidamente las unidades o las zonas que precisan más atención a fin de asignar los recursos y los fondos de mantenimiento donde sean más necesarios. Lo más importante es que esto ayuda a evitar cortes no previstos. Si es preciso, la interfaz permite al usuario desglosar la información hasta el nivel del sensor individual de un transformador. Cuando el estado empieza a deteriorarse más allá de un punto predefinido, se puede informar del problema a los usuarios automáticamente mediante avisos por email o SMS.

Recursos envejecidos, demanda creciente de energía y la necesidad crítica de evitar cortes no previstos están desafiando a las compañías eléctricas y a las industrias por todo el mundo. Aunque las limitaciones financieras están reduciendo los presupuestos para mantenimiento y expertos, la demanda de una mayor rentabilidad de las inversiones no ha disminuido. Los responsables de mantenimiento que se enfrentan a estas demandas deben utilizar evaluaciones, sensores, análisis de datos y software para adaptarse a la planificación del mantenimiento basado en el estado. Estas metodologías proporcionan un conocimiento mucho mayor del riesgo de los recursos y refuerzan el nivel de confianza en el

estado real de los equipos eléctricos cuando envejecen.

Menos averías y recursos más fiables y predecibles

El algoritmo de sistema experto DTMProgram de ABB hace recomendaciones para optimizar el mantenimiento y el funcionamiento de los transformadores. Definiendo prioridades de mantenimiento pueden concentrarse los presupuestos donde son más necesarios. Evitar averías y reducir riesgos con el mantenimiento basado en el estado, planes de sustitución estructurados y con prioridades y uso de sensores para la entrega de datos en tiempo casi real permite al sector maximizar la rentabilidad de los transformadores asegurando fiabilidad elevada, costes reducidos durante la vida útil y prestaciones globales optimizadas. El resultado de este análisis de datos ayuda a crear una lista de prioridades de mantenimiento para todo el parque. Evitando la reparación innecesaria de recursos en buen estado y centrando la atención en los más expuestos y más importantes se contenta a los accionistas y se apoya el cumplimiento de nuevas exigencias normativas.

La clave para el éxito de estos algoritmos es la utilización de expertos durante la fase de diseño.

- John Vines
- Bernard Banh
- Craig Stiegemeier
- Poorvi Patel
- Luiz V. Cheim

ABB Power Transformers
 St. Louis, MO, Estados Unidos
 john.a.vines@us.abb.com
 bernard.banh@us.abb.com
 craig.stiegemeier@us.abb.com
 poorvi.patel@us.abb.com
 luiz.v.cheim@us.abb.com

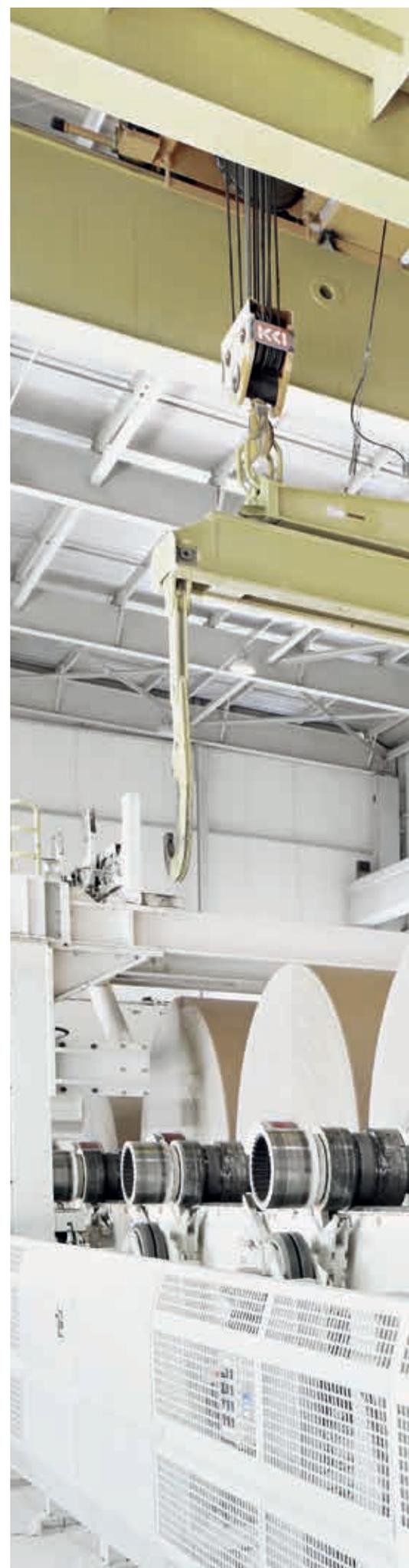
Fragmentación de la carga

La producción flexible ahorra costes de energía

IIRO HARJUNKOSKI, LENNART MERKERT, HUBERT HADERA, ANTTO SHEMEIKKA, DRAGOLJUB GAJIC, LUCA ONOFRI – Muchas industrias muy consumidoras de energía, como la siderúrgica, la papelera o la cementera, se enfrentan al reto de contrarrestar el efecto de unos precios de la energía fluctuantes y en alza en sus operaciones de producción. Nuevos esquemas de colaboración ofrecidos a estas industrias mediante redes eléctricas inteligentes y flexibles reducen sustancialmente los costes totales de producción optimizando la distribución del consumo eléctrico a lo largo del tiempo. El problema principal es cómo flexibilizar la producción lo suficiente para que una empresa pueda adquirir la electricidad cuando sea barata, e incluso revenderla a la red durante las horas de pico. Quizá a un precio cien veces el de compra. ABB ha investigado y elaborado nuevos enfoques para esta propuesta comercial.

Imagen del título

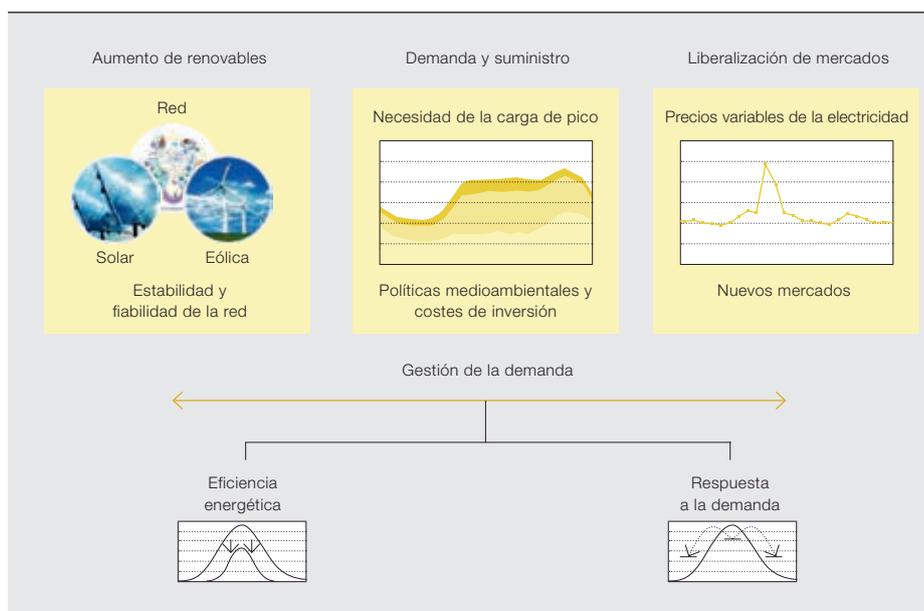
En las industrias muy consumidoras de energía, el desplazamiento temporal de la producción a momentos en los que esa energía es más barata puede proporcionar considerables ahorros. ¿Cómo se pueden tener en cuenta las numerosas variables, restricciones y aspectos propios de cada industria para elaborar un modelo optimizado?





Los grandes consumidores han empezado a considerar la inclusión de predicciones energéticas en su planificación de la producción.

1 Concepto de gestión de la demanda de energía y motivación



La sustitución de las fuentes de energía clásicas, estables y controlables, por fuentes renovables fluctuantes hace que el suministro eléctrico y su precio ya no pueden darse por seguros. Por ello, las herramientas de mercado de compraventa de electricidad han pasado a ser casi una necesidad para los grandes consumidores. Puesto que el precio de la electricidad tiene un impacto directo en el coste de producción, los grandes consumidores han comenzado también a considerar la inclusión de predicciones energéticas en su planificación de la producción. Este concepto, unido a la eficiencia energética, recibe el nombre de gestión de la demanda.

En contraste con las estrategias de eficiencia energética, que buscan hacer lo mismo con menos energía, la respuesta a la demanda se basa en el desplazamiento temporal de la carga para conseguir un beneficio → 1. En la práctica, esto significa que una planta industrial tiene que adaptar la producción al coste de la energía. Si se dispone de información del precio futuro de la energía –y la presente exposición supone que esto es así– puede tenerse en cuenta en muchos procesos en una planificación o programación a corto plazo.

Solución de gestión energética

ABB ya ofrece una solución para optimizar la cartera energética de un determinado plan de producción: cpmPlus Energy Manager, disponible desde hace más de una década, cubre la conversión de la energía (por ejemplo, combustible a energía), la compra en diversos mercados y algunas decisiones de planificación de la producción, especialmente en procesos continuos. La solución se ha instalado por muchos tipos de clientes –de los sectores papelero, siderúrgico y minero– como parte de la solución de ABB de gestión colaborativa de la producción (CPM), y ha demostrado beneficios importantes.

→ 2 presenta la solución Energy Manager para un molino termomecánico de pasta de papel (TMP); el diagrama superior muestra las líneas de producción y el central, el nivel del depósito de almacenamiento de fibra. Se utiliza una optimización matemática para tener en cuenta simultáneamente todas las unidades que consumen y producen energía junto con la opción de compraventa de energía de la red a los precios actuales. El consumo eléctrico de las tres líneas TMP se muestra en el gráfico de barras de la parte inferior de → 2; la línea amarilla indica el precio variable de la electricidad.

Este ejemplo demuestra cómo una solución CPM puede reunir y conectar información de diversas fuentes y generar estrategias de producción más rentables, teniendo en cuenta al mismo tiempo los

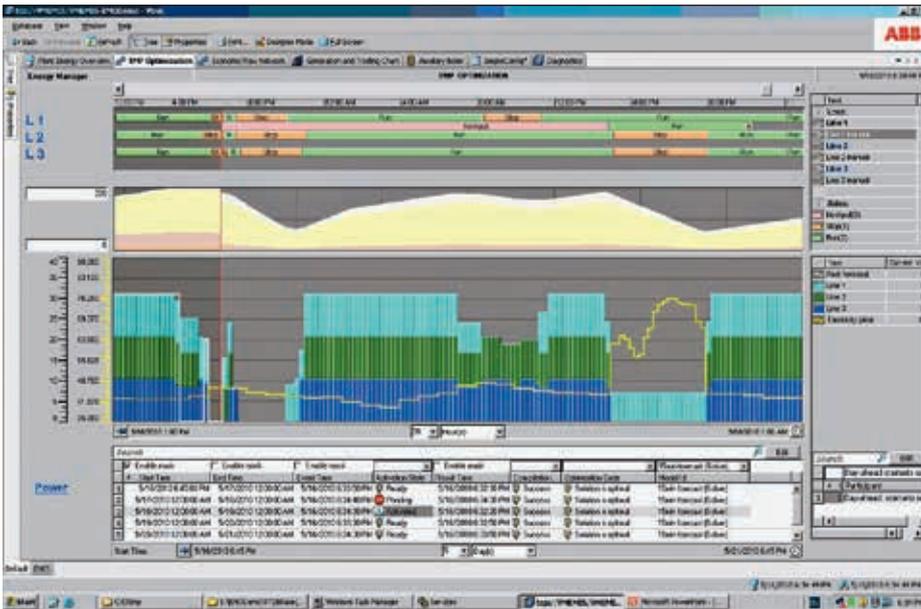
costes de la electricidad. Puesto que la solución incluye asimismo otras unidades de producción, decide cuando hacer funcionar una línea de producción teniendo en cuenta, por ejemplo, la demanda total de vapor aguas abajo, la capacidad y el coste de otras fuentes de vapor, el plan de producción de las máquinas de papel y los límites mínimo y máximo de producción de cada línea de refinado.

Optimización holística

El ejemplo de TMP supone que al menos hay un programa de producción parcialmente definido → 3a. El problema científico consiste en optimizar simultáneamente

En contraste con las estrategias de eficiencia energética, que tratan de producir lo mismo con menos energía, la respuesta a la demanda se centra en un desplazamiento temporal de la carga que sea rentable.

2 Solución de gestión energética para un molino TMP. Todas las líneas se paran durante los picos de precio de la electricidad.



El problema científico es optimizar simultáneamente el programa de producción y la estrategia de compra de electricidad.

el programa de producción y la estrategia de compra de electricidad → 3b. La idea principal es programar de forma óptima la producción considerando al tiempo aspectos de las capas control, programación y cadena de suministro. Las técnicas de programación lineal mixta en números enteros (MILP) son una vía muy prometedora para alcanzar soluciones de optimización holística de problemas como éste, que tienen objetivos parcialmente en conflicto. Los procedimientos de resolución de MILP han mejorado considerablemente y pueden ahora resolver problemas varios órdenes de magnitud por encima de los de hace una década.

El problema de optimizar simultáneamente la gestión energética y la planificación de la producción no ha sido resueltos completamente y se está tratando de encontrar formas para manejarlo en entornos de producción reales. ABB ha colaborado sobre esta materia con una compañía siderúrgica y ha formulado algunas ideas viables que ahora se están probando en la producción.

Programación del proceso de fabricación de acero

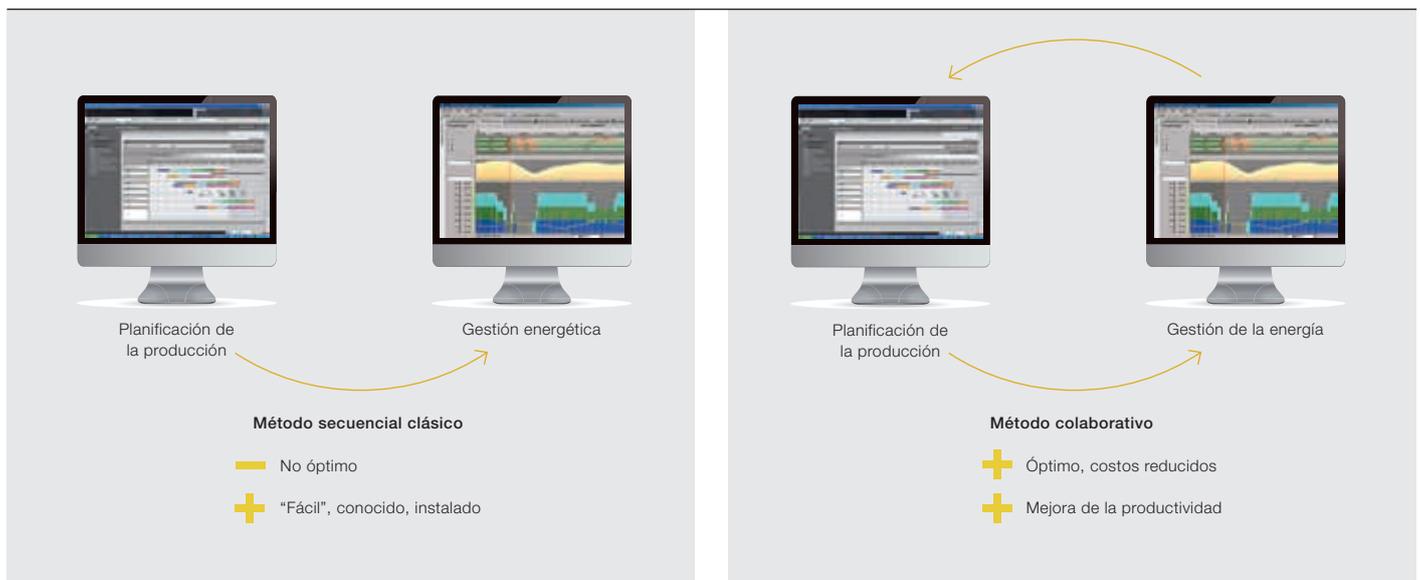
Programar la producción de una fundición de acero no es fácil, debido en parte a las temperaturas extremas del proceso y de los materiales. Por ejemplo, cada retraso de la producción obliga a un enfriamiento y un posterior recalentamiento. Por lo tanto, el sector plantea una importante demanda de optimiza-

ción automática del programa de producción. También hay que prestar atención a otros aspectos, como permitir distintas configuraciones de la fundición y la cartera de productos, interfaces gráficas de usuario (GUI) adecuadas, integración con otros sistemas de IT, como la planificación de los recursos de la empresa (ERP), sistemas de gestión de la energía y sistemas de control del proceso. Sin todos estos aspectos, ni el modelo más sofisticado de optimización de la producción podría desplegarse en un entorno de producción real.

Gestión de la demanda industrial

ABB ha elaborado nuevos conceptos que permiten la gestión de la demanda industrial (iDSM) mediante la optimización automática del programa de producción en función del coste de la electricidad. El primer paso hacia la solución iDSM fue investigar el uso de modelos monolíticos para los esquemas de integración mostrados a la derecha en → 3.

→ 4 representa la idea de añadir una rejilla de tiempos al programa original para comprobar el consumo eléctrico en cada uno de los tramos definidos. El proveedor de electricidad o el mercado eléctrico fijan el precio de la energía para cada uno de esos tramos (de 15 a 60 minutos). Teóricamente, esta optimización basada en un modelo holístico puede conducir a un llamado óptimo global, es decir, a la mejor solución posible tanto para la producción como para el coste de la electri-



3a Aquí, al menos, se supone una programación de la producción parcialmente especificada previamente.

3b Aquí, la programación de la producción y la estrategia de adquisición de la electricidad se optimizan de forma simultánea o iterativa.

Los procedimientos de resolución de MILP han mejorado considerablemente y pueden ahora resolver problemas varios órdenes de magnitud por encima de los superados hace algunas décadas.

idad. Pero los modelos holísticos suelen ser de solución difícil o imposible en un plazo razonable, por lo que se requiere cierta mejora.

Mejora de los modelos

En los procesos de producción de varios pasos, como la fabricación de acero por lotes, no todos los equipos están continuamente ocupados. Esto da la flexibilidad necesaria para adaptar la producción a las necesidades de la gestión de la energía. Los procesos de producción multietapa suelen tener depósitos para almacenar materias sin tratar y productos intermedios y finales durante un tiempo limitado. En la fundición, por ejemplo, los productos intermedios están muy calientes, y una coordinación inadecuada de las etapas posteriores ocasiona pérdidas de energía por enfriamiento. Otra limitación es que los grandes consumidores de electricidad suelen tener que comprometer su configuración de carga prevista y aceptar penalizaciones económicas si se desvían de ella.

En el trabajo de ABB, el modelo de programación en tiempo continuo (exacto) de la fundición se ha refinado para tener en cuenta tanto el precio de la electricidad como las desviaciones de la curva de carga comprometida. La ventaja de este método es que las consideraciones energéticas pueden incluirse en el modelo de programación original añadiendo variables de decisión para representar el

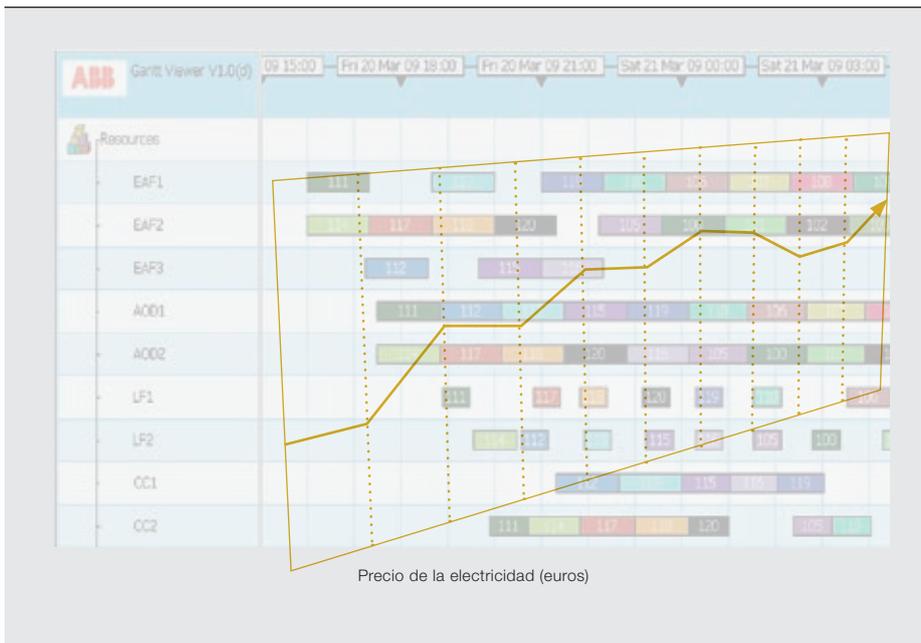
consumo eléctrico en cada tramo de tiempo definido por la rejilla. Esto se traduce en soluciones viables con un evidente ahorro de energía. Pero este procedimiento básico no es eficiente para casos más complejos. Por lo tanto, se han estudiado otros métodos con otras filosofías de modelización –como la red de recursos-tareas– y algoritmos de descomposición.

Precios de la energía y escenarios de utilización

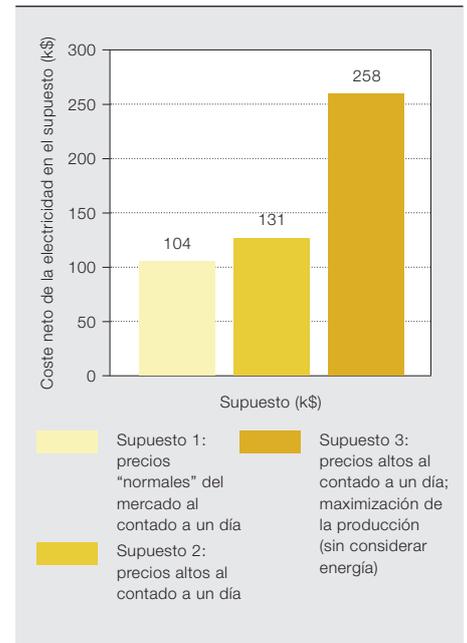
Se ha estudiado un caso hipotético basado en datos realistas para investigar cómo pueden influir tres supuestos distintos de tarifas eléctricas sobre la factura energética en un problema típico de programación de 24 horas. Se supone en cada uno de los supuestos la compra de una cantidad fija de electricidad a una tarifa conocida empleando un contrato de carga de base. La factura eléctrica total se puede reducir revendiendo el excedente de electricidad. También se tiene en cuenta la carga comprometida.

El primer supuesto corresponde a un día con precios de la electricidad “normales” en el mercado volátil a un día. Cuando se emplea la programación determinada por el precio de la energía, el coste neto de la electricidad es de unos 110.000 dólares. El segundo supuesto utiliza precios determinados por la meteorología, lo que se traduce en un coste añadido de 27.000 dólares. El tercer supuesto pres-

4 Rejilla que define los tramos de precio de la electricidad.



5 Coste total de la electricidad, precios de la energía y optimización



cinde de las consideraciones del precio de la energía y sólo se optimiza el volumen de producción, con el resultado de un coste que duplica el del segundo supuesto. Esto demuestra cuánto podría ahorrar la planta mediante la programación colaborativa y la optimización de la energía en un día con precios extremos.

En este caso práctico, la programación determinada por la energía aporta importantes reducciones de la factura eléctrica. La comparación de los programas de los supuestos dos y tres demuestra claramente que la programación determinada por la energía trata de evitar los precios extremos de las horas de pico (marcadas en rojo y naranja en → 6) a cambio de ampliar el "makespan" (tiempo total de producción) → 6. Algunas de las operaciones de la producción se retrasan, con el riesgo de incurrir en costes de recalentamiento. En el estudio, el coste de las pérdidas térmicas no se ha incluido en el cálculo del ahorro obtenido. Pero con modelos de enfriamiento realistas es posible tener en cuenta los costes de los retrasos de la producción.

Solución de programación

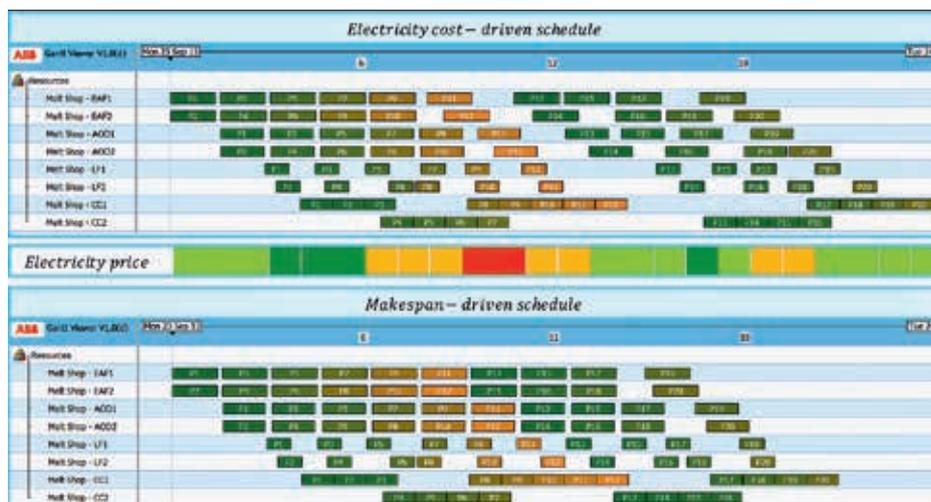
En un taller de fundición muy complejo perteneciente a Acciai Speciali Terni SpA, miembro de ThyssenKrupp y uno de los mayores productores del mundo de productos planos de acero inoxidable, se instaló un nuevo sistema de programación de la producción de ABB basado en

la tecnología MILP. Con el nuevo sistema instalado, el programador de producción puede crear de forma automática y óptima un programa nuevo o actualizar manualmente uno ya existente para un máximo de siete días de producción en solo algunos minutos. El sistema es lo suficientemente flexible para admitir distintas configuraciones del taller de fundición e incluir cualquier otra información necesaria, como tiempos de proceso, transporte, configuración y limpieza, para generar un programa de producción viable. También tiene en cuenta planes de mantenimiento, el estado actual de la planta de fundición y la disponibilidad de los distintos equipos, fechas de entrega, penalizaciones por retardos e incumplimiento de los tiempos de retención entre fases del proceso, etc. Además, la planta de acero creó una GUI basada en internet que permite al usuario elegir de forma flexible lo que se va a optimizar y su programación → 7. La lista de la izquierda de → 7 muestra los pasos o unidades de producción, tales como horno de arco eléctrico (FEA) y hornos de cuchara (ASEA). Para cada unidad hay dos filas. La fila "monitoraggio" corresponde a la supervisión e indica el estado actual de la unidad y lo que realmente ha sucedido en ella. La fila "programma" muestra lo que se ha planificado o programado en cada unidad. De esta forma, la GUI permite que otros departamentos inicien acciones apropiadas para minimizar las posibles pérdidas y los retrasos de pro-

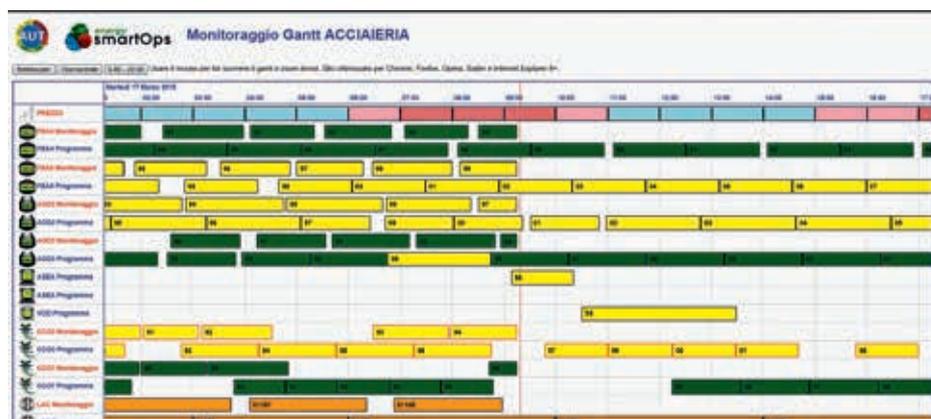
El modelo de programación en tiempo continuo del taller de fundición se ha refinado para tener en cuenta tanto el precio de la electricidad como las desviaciones respecto a una curva de carga comprometida.

El programador de producción puede crear de forma automática y óptima un programa nuevo o actualizar manualmente uno ya existente para un máximo de siete días de producción en solo algunos minutos.

6 Comparación de programas determinados por el coste de la energía y del “makespan”.



7 GUI basada en internet del nuevo sistema de programación. Los precios pueden variar cada hora.



ducción, como reprogramar o retrasar ligeramente la producción para evitar un precio elevado de la electricidad. El nuevo sistema de programación no sólo está conectado con otros sistemas de IT internos, como ERP y control del proceso, sino también con el mercado externo de electricidad a un día, para proporcionar de forma dinámica los precios volátiles de la electricidad.

Además, en cooperación con ABB, la acería ha integrado en el nuevo sistema de programación una solución avanzada de optimización de la programación que también tiene en cuenta el precio de la electricidad. Esta solución avanzada permite a la planta optimizar los costes eléctricos y de “makespan” e intervenir más activamente en los programas de respuesta a la demanda y apoyar la fiabilidad y la seguridad de la red.

Se ha demostrado que la instalación ha mejorado la coordinación entre las distintas fases de la producción de la fundición, y así se han reducido los tiempos

de retención entre ellas y el consumo de energía. Se ha reconocido también que el sistema es una herramienta muy útil para ejecutar diversas simulaciones y análisis de hipótesis. El beneficio obtenido es del orden del 2 al 5 por ciento, un valor considerable teniendo en cuenta los grandes presupuestos de energía considerados.

La flexibilidad es la clave

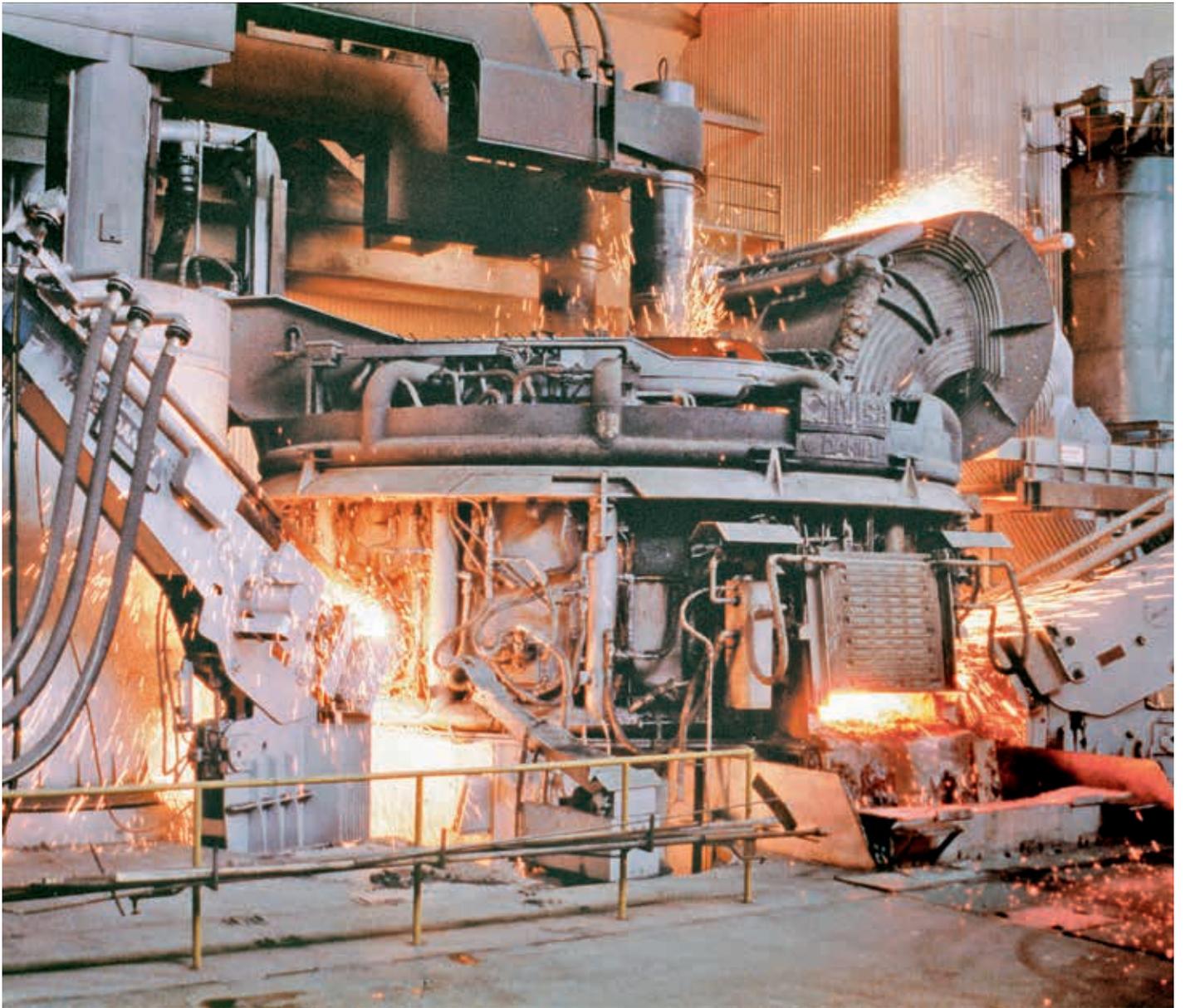
La complejidad de la programación de la producción está aumentando también fuera del sector siderúrgico, debido principalmente a unos pedidos menores y más particularizados. Las plantas de producción deben ahora ser ágiles y flexibles para responder a modificaciones a corto plazo. Estas industrias se enfrentan también a la complejidad impuesta por unos precios de la electricidad variables, pero potencialmente más accesibles, según una base horaria en el mercado a un día. En consecuencia, los procesos combinados de planificación de la energía y la producción deben estar bien integrados con los datos en tiempo real. Gracias a la completa oferta de automa-

tización del proceso y de la red, ABB dispone de las herramientas necesarias para el ajuste entre oferta y demanda con puntos de almacenamiento interno del proceso y desplazamiento de la carga de producción en una amplia variedad de industrias.

Iiro Harjunkoski
Lennart Merkert
Hubert Hadera (formerly ABB)
 ABB Corporate Research
 Ladenburg, Alemania
 iiro.harjunkoski@de.abb.com
 lennart.merkert@de.abb.com

Antto Shemeikka
 ABB Process Automation, Process Industries
 Helsinki, Finlandia
 antto.shemeikka@fi.abb.com

Dragoljub Gajic
Luca Onofri
 ThyssenKrupp AG, Acciai Speciali Terni SpA
 Terni, Italia



Agitación

ArcSave® aumenta la productividad y reduce los costes en hornos de arco eléctrico

LIDONG TENG, AARON JONES, MICHAEL MEADOR, HELMUT HACKL – ArcSave® es un agitador electromagnético (EMS) de nueva generación de ABB para hornos de arco eléctrico (EAF) que mejora la seguridad, aumenta la productividad y reduce costes. El primer sistema ArcSave se instaló en 2014 en un horno de arco de 90 t. Los resultados de la prueba en caliente demuestran que estabiliza los arcos y mejora el transporte de calor y de masa en el proceso del horno de arco. El resultado es fusión más rápida de la chatarra, disminución del sobrecalentamiento de la escoria durante

la formación del arco, baño fundido más homogéneo, mayor tasa de descarbonación y frecuencia más alta de apertura libre del orificio excéntrico de vaciado del fondo (EBT). ArcSave reduce también la temperatura y el oxígeno de vaciado del acero, lo que mejora el rendimiento de la chatarra y ahorra consumo de aleación férrea en el horno de cuchara situado más adelante. El menor consumo de energía, el menor tiempo entre coladas y el funcionamiento constante del horno aumentan la productividad y la seguridad del funcionamiento.

ABB lleva más de 70 años de compromiso con el desarrollo de nuevos productos electromagnéticos para mejorar la calidad, la productividad y la seguridad en el sector del acero.

ABB lleva más de 70 años de compromiso con el desarrollo de nuevos productos electromagnéticos para mejorar la calidad, la productividad y la seguridad en el sector del acero. El primer agitador electromagnético para hornos de arco eléctrico (EAF-EMS) se entregó en 1947 a Uddeholms AB en Suecia, y desde entonces se han instalado más de 150 unidades en todo el mundo. Reciente-

mente, ABB ha desarrollado una nueva generación de EAF-EMS –ArcSave– para satisfacer la demanda de un agitador más enérgico en el proceso EAF para la producción de aceros al carbono y altamente aleados. Para seguir siendo competitiva, SDI cree que cada tonelada de acero tiene que producirse de forma tan eficiente y segura como sea posible. Por esta razón, SDI entró en el proyecto con ABB para instalar ArcSave en el EAF.

Principios de la agitación

El agitador ArcSave se colocó bajo una placa de acero no magnético (acero inoxidable austenítico). Una corriente eléctrica de baja frecuencia en los devanados del agitador genera un campo magnético móvil que penetra en el fondo del horno y genera

La principal diferencia que ArcSave incorpora al EAF es la intensidad de la convección en el baño fundido.

fuerzas físicas en el acero fundido → 1b. La agitación puede adaptarse a las necesidades de los distintos pasos del proceso de EAF, tales como el calentamiento de la chatarra, la homogeneización, el fundido de aleaciones, la descarburación (reducción del contenido de carbono), el desescoriado y el vaciado.

La velocidad de fusión media de diseño inducida es de unos 0,5 m/s. → 2 presenta un ejemplo simulado de la sección transversal horizontal de la configuración

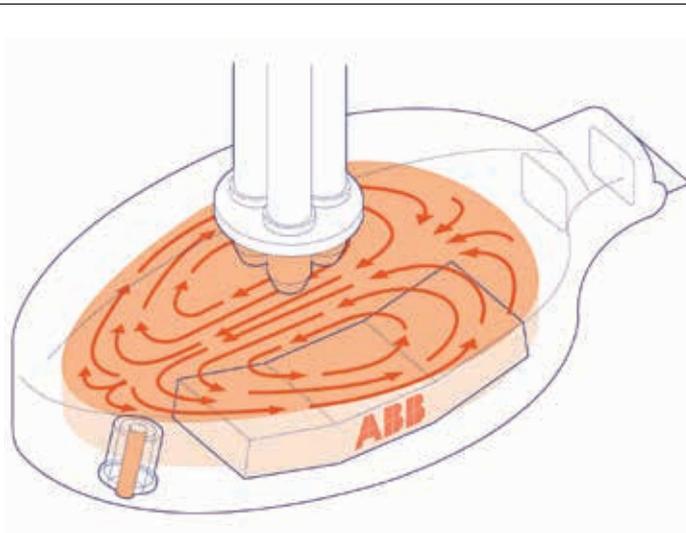
mente, ABB ha desarrollado una nueva generación de EAF-EMS –ArcSave– para satisfacer la demanda de un agitador más enérgico en el proceso EAF para la producción de aceros al carbono y altamente aleados. En julio de 2014, la instalación y puesta en servicio del primer ArcSave se completó en un EAF de CA de 90 t de Steel Dynamics, Inc. (SDI) en Roanoke, Estados Unidos. SDI es una compañía con una tradición de perfección basada en la

Imagen del título

Los agitadores electromagnéticos son esenciales para el funcionamiento eficiente de los hornos de arco. Los agitadores ABB ArcSave de nueva generación llevan ya un año funcionando en acerías ¿cuáles son los resultados hasta ahora?



1a El agitador de ABB montado en la parte de abajo



1b Vista esquemática de la parte superior del horno mostrando el agitador de la parte inferior y la configuración de flujo

del flujo medio en el plano horizontal unos 25 cm por debajo de la superficie fundida en un EAF de 150 t con EBT. Puede observarse que el flujo es ligeramente asimétrico. Sin embargo, comparado con la agitación del gas del fondo con tapones porosos, más localizada, el EMS crea una circulación global del baño del horno y, por lo tanto, proporciona una mezcla más eficiente de todo el baño fundido. Este efecto de mezcla acelera la homogeneización de la temperatura y la composición química del acero, así como de las reacciones químicas entre el acero y la escoria.

El sistema completo ArcSave incluye el agitador electromagnético, un convertidor de frecuencia, un transformador y una estación de agua → 3. Presenta las características siguientes:

- Ausencia de contacto físico con el acero fundido.
- Admite un revestimiento refractario normal.
- El sentido de la agitación se invierte cambiando la dirección de la corriente.
- Necesita muy poco mantenimiento.

Los resultados de prueba en caliente de SDI muestran que se han conseguido importantes ventajas en el proceso gracias a las mejores condiciones cinéticas de transporte de calor y masa con ArcSave. Vale la pena examinar estas mejoras con detalle.

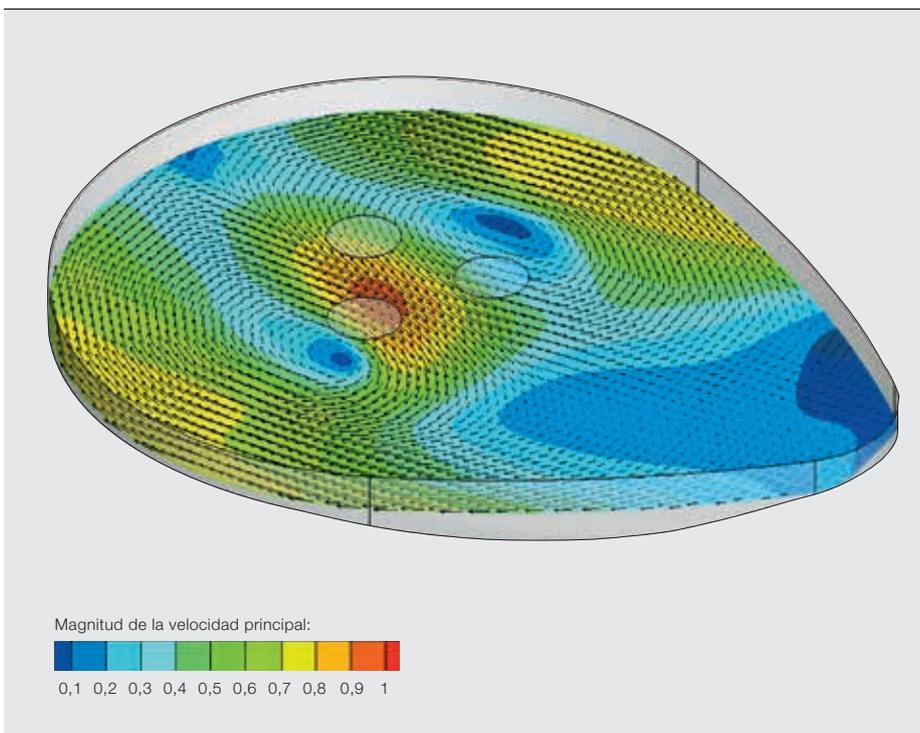
Eficiencia del calentamiento del arco y ahorro de energía

Gracias a la homogeneización, el gradiente de temperatura de la colada con EMS se reduce a sólo el 25 por ciento de

En SDI, el ahorro total de energía es de alrededor de 14 kWh/t, que es equivalente a un 4 por ciento de ahorro de energía eléctrica.

lo que era antes. Esto significa que el EMS reduce el sobrecalentamiento de la superficie de la colada y el calor de la zona del arco se transmite rápidamente a la masa fundida. La disminución del sobrecalentamiento de la superficie reduce las pérdidas de calor a las paredes y a la cubierta del horno, y por tanto, el consumo de electricidad. Al mismo tiempo, la agitación aumenta la velocidad de fusión de la chatarra y de la descarburación y ahorra tiempo en el proceso del horno, lo que a su vez también reduce la pérdida de calor. En la prueba de ArcSave en SDI, el ahorro total de energía incluye la disminución de la energía química a causa del menor consumo de gas

La agitación de la colada del EAF puede llevar la reacción carbono-oxígeno más cerca del punto de equilibrio. Se ha visto también que el contenido de Fe_2O_3 en la escoria se reduce en 2,5 por ciento.



natural, carbono y oxígeno, y la reducción de FeO en la escoria. El ahorro total de energía es de alrededor de 14 kWh/t, equivalente a un 4 por ciento del total. Debido a las mayores eficiencias de la entrada de potencia y del calentamiento, ArcSave reduce el tiempo de conexión en cerca del 5 por ciento.

Fusión de chatarra

La principal diferencia que ArcSave incorpora al EAF es la intensidad de la convección en el baño fundido. La convec-

ción de FeO en la escoria. El ahorro total de energía es de alrededor de 14 kWh/t, equivalente a un 4 por ciento del total. Debido a las mayores eficiencias de la entrada de potencia y del calentamiento, ArcSave reduce el tiempo de conexión en cerca del 5 por ciento.

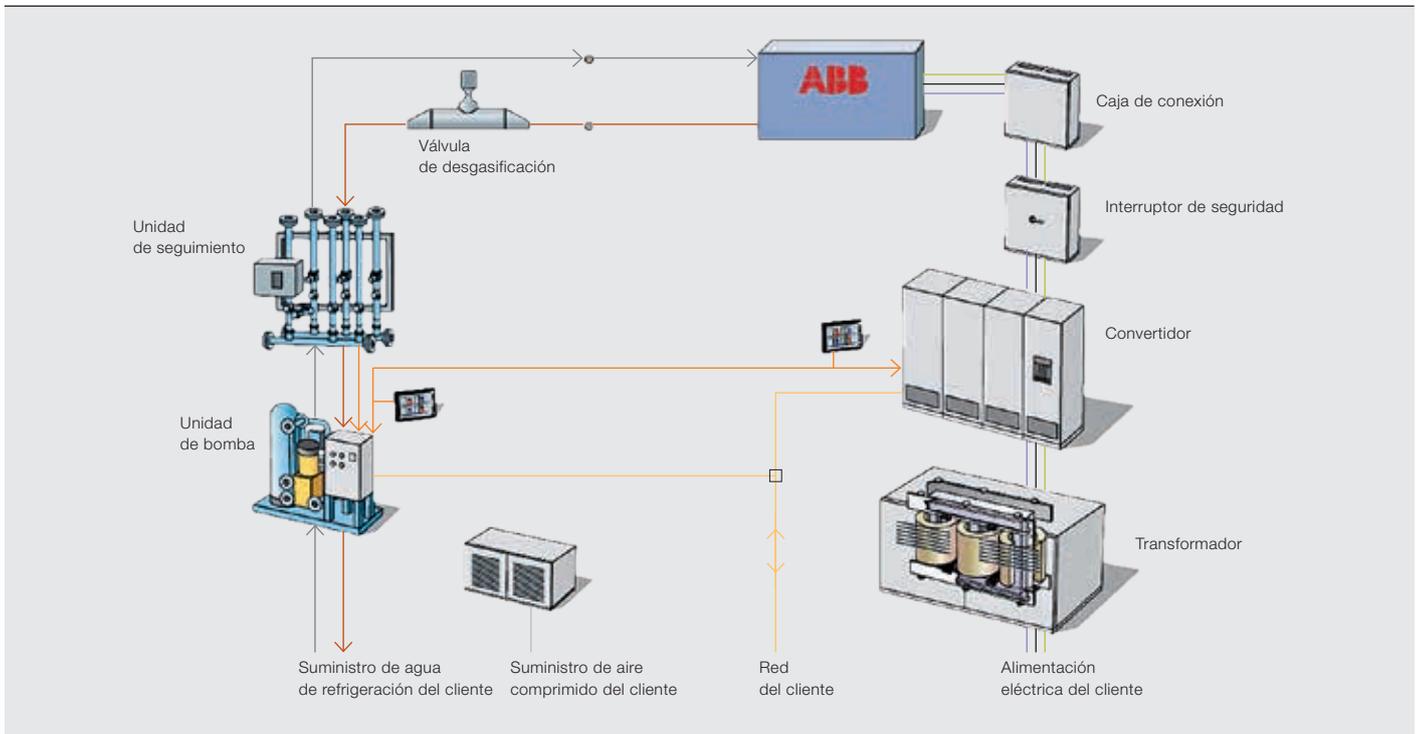
la chatarra. Sin agitación solo hay convección muy reducida producida por la diferencia de densidades. La agitación también redujo el tiempo de estabilización de los electrodos (en cerca del 10 por ciento) tras la carga de la cuba en SDI → 4a. Además, el EMS estabilizó el arco fundiendo grandes masas de chatarra más deprisa y reduciendo los derrumbes de chatarra (oleadas en el movimiento de la chatarra en el material fundido que perturban la continuidad del proceso).

Una distribución homogénea de la temperatura en el baño de fusión también un EBT caliente y un vaciado suave sin retardos y permite conseguir una temperatura exacta de vaciado para los distintos grados de acero.

ción forzada inducida por la agitación electromagnética mejora la fusión de grandes trozos y aglomeraciones de chatarra, contribuye a tener una temperatura y una distribución de composición homogéneas y disminuye la estratificación de

La desviación estándar de los cambios de intensidad en un periodo de tres coladas se reduce en cerca del 50 por ciento con ArcSave → 4b. Las menores oscilaciones de la intensidad se traducen en más potencia, y por lo tanto, en mayor productividad.

Una distribución homogénea de la temperatura en el baño de fusión también asegura un EBT caliente y un vaciado suave sin retardos y permite conseguir una temperatura exacta de vaciado para los distintos grados de acero.



Descarburación y producción de O₂

Una vez que la chatarra esté completamente fundida se inicia el refinado. Esto incluye principalmente la descarburación

Desoxidación del acero

Es sabido que la agitación de la colada del EAF puede llevar la reacción carbono-oxígeno más cerca del punto de equilibrio [2]. Han demostrado esto los resultados de pruebas de SDI, donde el oxígeno de la colada se redujo de 618 ppm a 504 ppm, con un ligero aumento de carbono en la colada. Estos resultados indican que es posible que

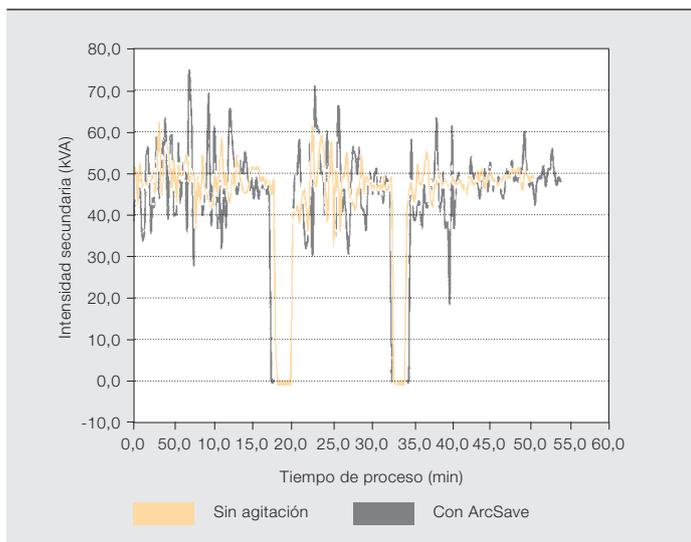
ArcSave facilita el transporte de la masa de carbono a la zona de reacción y puede duplicar el índice de reacción de descarburación y reducir el consumo de oxígeno.

por inyección de oxígeno. Esta inyección crea una zona de reacción de alta turbulencia en la que el carbono de la masa de metal puede reaccionar con oxígeno o FeO. Si el contenido de carbono del acero es alto, el índice de reacción de la descarburación viene determinado por la tasa de suministro de oxígeno. No obstante, si es menor que un determinado nivel, la tasa de transporte de carbono a la zona de reacción sería más baja normalmente, como lo sería el índice de reacción de descarburación. Pero ArcSave facilita el transporte de la masa de carbono a la zona de reacción y puede duplicar ambos índices y reducir el consumo de oxígeno, en un 5 por ciento en SDI.

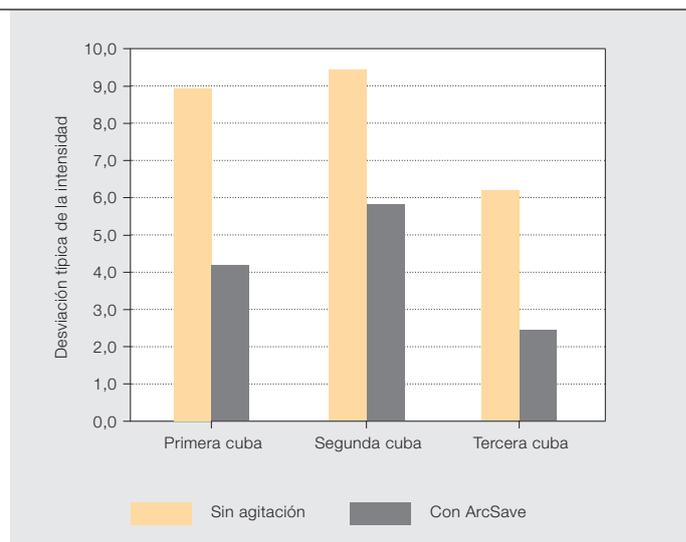
ArcSave logre niveles menores de carbono y oxígeno al mismo tiempo. Se ha visto también que el contenido de Fe₂O₃ en la escoria se reduce en 2,5 por ciento con ArcSave. Esto, de acuerdo con el cálculo de equilibrio de materiales, da un aumento del 0,2 por ciento en la producción de acero, lo que reduce el coste de la chatarra y la conversión.

Producción de acero

Además de la reducción de FeO en la escoria, otra gran contribución al aumento de la producción de acero es la disminución de desechos metálicos en la escoria descartada; se observa que los desechos en las escorias recicladas disminuyen en cerca del 40 por ciento. Esto



4a Comparación de la intensidad secundaria en los electrodos sin agitación y con ArcSave. ArcSave redujo las oscilaciones de intensidad.



4b Desviación típica del cambio de intensidad para un periodo de fundición de tres cubas. Con ArcSave se reduce en cerca del 50 por ciento.

da alrededor del 0,6 por ciento de aumento de la producción de acero en el EAF. Se está investigando la razón de la disminución de las gotitas de acero en la escoria con la agitación, pero la intensa interacción escoria-metal y la escoria más homogénea con ArcSave son posibles causas.

Otra posible contribución al aumento de la producción de acero es el aumento de la producción metálica debida a la menor cantidad de oxígeno en la colada.

Formación de vórtices y arrastre de escoria

Teóricamente, un orificio EBT produciría un vaciado sin escoria. Sin embargo, el arrastre de escoria es siempre evidente en la cuchara de vaciado, siendo la razón principal los vórtices en la etapa final del vaciado. Los resultados de una modelización con agua muestran que

cuchara de vaciado se midió mediante el método de la pértiga de aluminio-acero. Los resultados muestran que la cantidad de escoria arrastrada se ha reducido en un 50 por ciento.

Material refractario del horno

Seis meses de resultados de prueba en caliente en SDI muestran que la agitación con ArcSave redujo las reparaciones del material refractario del horno en alrededor del 15 por ciento. La reducción del sobrecalentamiento es probablemente el factor principal, puesto que el daño más crítico del refractario es en el área de la línea de escoria. La reducción del FeO en la escoria y del oxígeno en el acero también ayuda. Una tercera contribución a un menor desgaste del material refractario es la menor temperatura de la colada, reducida 14 °C sin afectar a la temperatura de llegada al horno de cuchara → 5.

La revisión de los resultados de la planta de SDI han mostrado que ArcSave ha producido muchos beneficios para la acería.

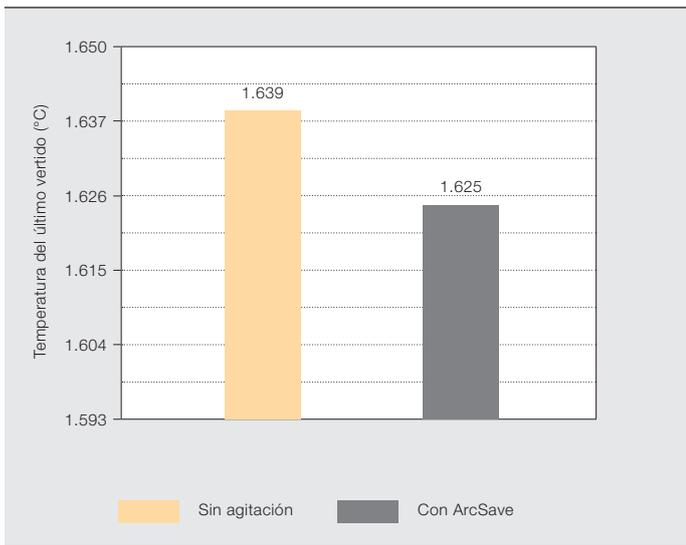
Fiabilidad y seguridad del proceso

Seguridad y fiabilidad son siempre de gran importancia para el funcionamiento del EAF. Los efectos positivos de ArcSave en el proceso del EAF

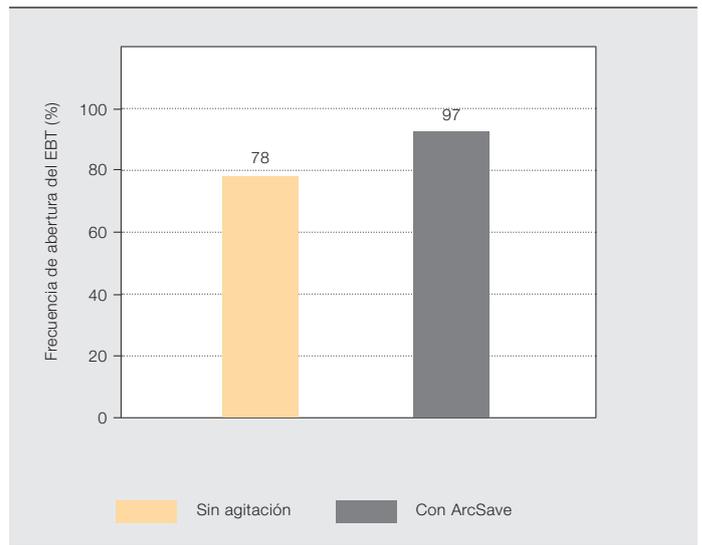
la formación de vórtices se puede eliminar mediante la fuerza de agitación de ArcSave. El espesor de la escoria en la

contemplados anteriormente tendrán un impacto importante en la mejora de la fiabilidad y la seguridad. ArcSave disminuye

5 Cambio de la temperatura de vaciado después de ArcSave.



6 Frecuencia de apertura del EBT con ArcSave. Una frecuencia mayor favorece la seguridad y la productividad.



7 Resumen de las ventajas del proceso

Puntos del proceso	Ventajas
Energía total	- 3~5%
Electrodo	- 4~6%
Tiempo de encendido	- 4~6%
Oxígeno	- 5~8%
Desoxidantes	-10~15%
Producción de acero	+ 0.5~1.0%
Productividad	+4~7%

Seis meses de resultados de prueba en caliente en SDI muestran que la agitación con ArcSave redujo las reparaciones del material refractario del horno en alrededor del 15 por ciento.

la temperatura de la colada y reduce el sobrecalentamiento de la zona de puntos calientes, y aumenta la relación de apertura libre del EBT, incrementando así la seguridad del horno.

Se podrían disminuir o eliminar las siguientes perturbaciones del proceso con la ayuda de ArcSave:

- Derrumbes de chatarra.
- Residuos de chatarra o arrabio no fundido.
- Evaporación del carbono (fenómeno de ebullición repentina de la colada), un aspecto importante si se carga con arrabio.
- Peso y temperatura de vaciado distinto del objetivo buscado.
- Baja relación de apertura del EBT → 6.

Fabricación de acero más segura, más rápida y más barata

La revisión de los resultados de la planta de SDI han mostrado que ArcSave ha producido muchos beneficios para la acería → 7. ArcSave ayuda al proceso de fusión para producir acero líquido de forma más segura, rápida y a menor coste. ArcSave mejora el transporte de calor y masa en el proceso del EAF; acelera la fusión de la chatarra; acelera la homogeneización de la temperatura y de la composición química del baño de acero; aproxima las reacciones metal-escoria al estado de equilibrio; aumenta la velocidad de descarburación; y mejora la seguridad, la fiabilidad y la productividad de la operación. El impacto de ArcSave será especialmente importante en hornos de arco que precisen un aumento de la productividad.

Lidong Teng

ABB Metallurgy, Process Automation
Vasteras, Suecia
lidong.teng@se.abb.com

Aaron Jones

Michael Meador
Steel Dynamics, Inc., Roanoke Bar Division
Roanoke, VA, Estados Unidos

Helmut Hackl

ABB Metals, Process Automation
Västerås, Sweden
helmut.r.hackl@se.abb.com

Referencias

- [1] O. Widlund *et al.*, "Modeling of electric arc furnaces (EAF) with electromagnetic stirring," in Proceedings of 4th International Conference on Modelling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (SteelSim), Dusseldorf, Alemania, 2011.
- [2] R.J. Fruehan, *The Making, Shaping and Treating of Steel, Volume 2: Steel Making and Refining*, The AISE Steel Foundation, 1998, págs.125-133.



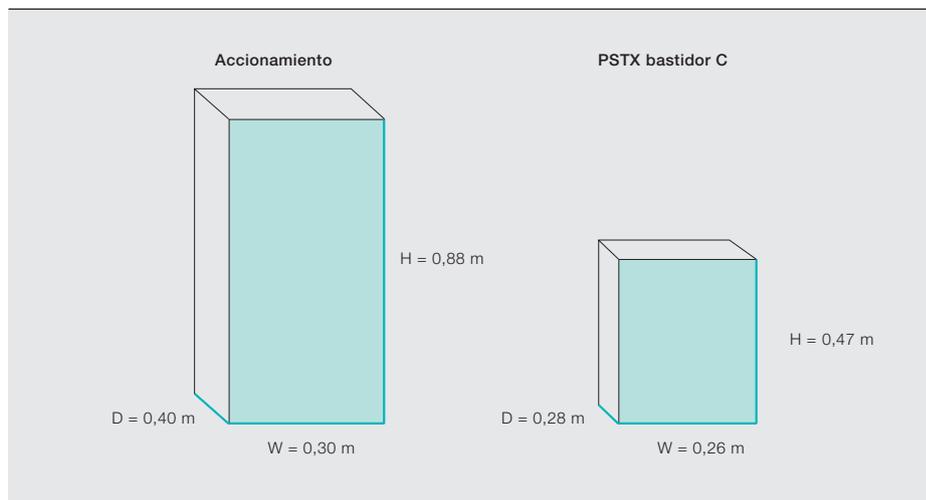
El mejor amigo de un motor

La separación entre arranque suave y accionamiento se estrecha

CARL THORSTENSSON, JOAKIM X. JANSSON – ABB ha estado a la vanguardia del desarrollo de motores eléctricos durante más de 100 años. Dondequiera que haya un motor, se presenta la dificultad de ponerlo en marcha sin castigar demasiado ni el suministro eléctrico ni la carga mecánica. Por eso no es de extrañar que ABB haya estado suministrando soluciones de arranque de motores desde que empezó a fabricarlos. Al principio, estas soluciones se basaban en distintos procedimientos para hacer arranques y paradas directas con dispositivos tales como seccionadores y contactores. Luego se introdujo el accionamiento de velocidad variable, que permitía controlar la velocidad del motor. En los años 80 del siglo

pasado se introdujo el arrancador suave como un compromiso entre el arranque y parada suave que puede proporcionar un accionamiento y el pequeño tamaño y el coste más bajo de la conexión directa (un arrancador suave es un dispositivo de estado sólido parecido a un accionamiento pero que normalmente queda cortocircuitado cuando el motor alcanza cierta velocidad). Desde entonces, ABB ha desarrollado varias generaciones de arrancadores suaves. Cuando la compañía preguntó a los clientes cómo les gustaría mejorar el arranque suave, las respuestas se inclinaron por reducir la separación entre arrancadores suaves y accionamientos. La respuesta de ABB es el arrancador suave PSTX.

1 El arranque suave PSTX ocupa mucho menos que el accionamiento equivalente.



Para reducir la separación entre arrancadores suaves y accionamientos, ABB ha equipado el PSTX con muchas de las características para aplicaciones de máxima velocidad que anteriormente sólo estaban disponibles en los accionamientos, y lo ha logrado sin comprometer las cualidades esenciales de tamaño compacto → 1, menor producción de calor y menor coste del arrancador. El PSTX presenta, por ejemplo, protección contra sobre y subtensiones, modo de protección, freno motor y calentamiento del motor. La característica más innovadora es la de impulsos a baja velocidad. La impulsión a baja velocidad es una función que salva la diferencia con el accionamiento al permitir que el motor funcione a velocidad reducida.

Valor de función

Con arrancadores suaves PSTX es posible regular la velocidad de un motor sin accionamiento. Con la función de impulsión a baja velocidad se puede hacer funcionar el motor a tres velocidades distintas, tanto hacia adelante como hacia atrás. Reduciendo la frecuencia de salida

del arrancador suave se puede reducir la velocidad del motor gracias a la proporcionalidad entre la frecuencia y la velocidad del motor.

Es posible controlar temporalmente la velocidad del motor sin un accionamiento grande y costoso.

cuencia del arrancador suave, la velocidad baja:

$$f \downarrow n \Rightarrow n \downarrow$$

Al contrario que un accionamiento, el PSTX genera subtonos de la frecuencia fundamental (frecuencia normal de la red de 50 o 60 Hz) disparando los tiristores en una secuencia determinada.

Con arrancadores suaves PSTX es posible regular la velocidad de un motor sin accionamiento.

Un problema recurrente en las aplicaciones de bombeo son las conducciones taponadas o las bombas atascadas. Combinando la función de retroceso con la de arranque rápido, el PSTX ofrece una solución para la limpieza de las bombas. Pero la función de impulsión tiene muchas otras aplicaciones, como la colocación en posición de cintas transportadoras, la simplificación de inspecciones de mantenimiento de maquinaria y el aseguramiento de la funcionalidad total de una aplicación durante la puesta en servicio.

Explicación técnica

Hay una relación fundamental entre la velocidad y la frecuencia del motor:

$$n = \frac{2 \times f \times 60}{p} \Rightarrow n \propto f$$

siendo n el número de revoluciones por minuto del motor, f la frecuencia y p el número de polos. Si se reduce la fre-

Un subtono es similar a un super-tono, pero en vez de una frecuencia más alta, el subtono tiene una frecuencia menor que

la fundamental. La frecuencia fundamental puede considerarse como un supertono o un armónico del subtono generado. Para generar la frecuencia más baja, los tiristores se disparan cuando se cortan las curvas de la frecuencia fundamental y del subtono buscado.

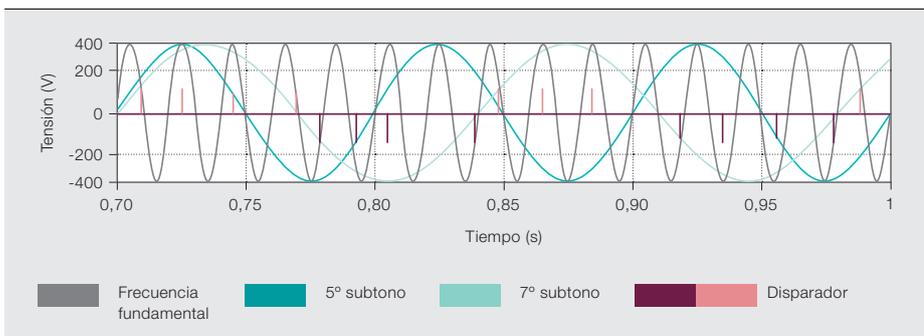
En → 2 la línea de trazos verde es el séptimo subtono y la continua verde es el quinto, y representan dos velocidades distintas del motor. Las marcas violeta y roja verticales representan la señal de disparo para el tiristor positivo y el negativo, respectivamente.

Esta forma de generar una frecuencia más baja tiene muchas ventajas frente al accionamiento. Por ejemplo, no se acerca a la generación de la cantidad de armónicos que generaría un accionamiento en esta situación, porque el PSTX no fragmenta la señal de entrada sino que utiliza solo las partes necesarias de esta. Los

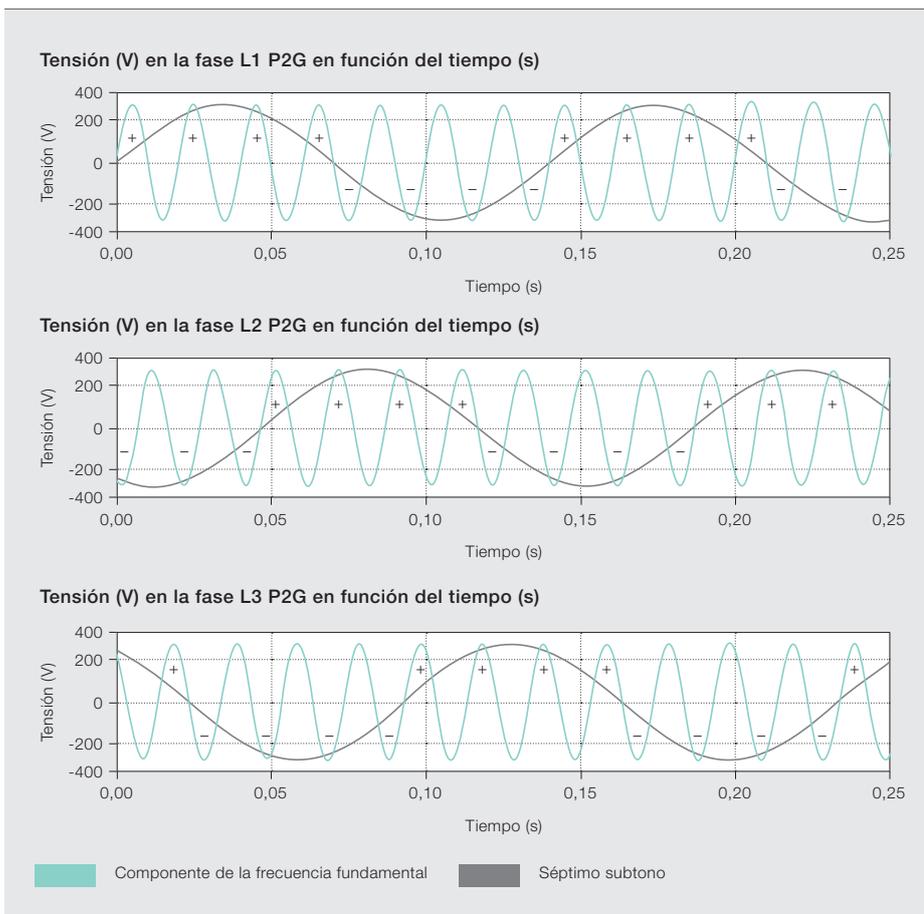
Imagen del título

El arrancador suave PSTX de ABB reduce la separación entre arrancadores suaves y accionamientos.

2 Los subtonos permiten velocidades más bajas



3 Generación del séptimo subtono en las tres fases



tiristores conducen partes de los semiperiodos para crear la frecuencia de salida deseada. Las tres fases se representan en → 3, que ilustra la generación del séptimo subtono.

Baja velocidad de retroceso

El PSTX puede hacer funcionar el motor a diferentes velocidades lentas hacia adelante. El mismo método de generación de frecuencias más bajas sirve para mover el motor hacia atrás.

Para cambiar la dirección del motor, el campo magnético debe invertir su dirección de giro. Esto se hace cambiando el orden de disparo de las fases. Normal-

mente, este efecto se conseguiría con dos contactores para intercambiar dos fases, pero el PSTX tiene una forma más sencilla de hacer lo mismo.

Velocidades distintas

El PSTX puede hacer funcionar el motor a tres velocidades distintas hacia adelante y hacia atrás. Esto corresponde a los distintos subtonos que se muestran en → 4.

Siempre bajo control

Con el PSTX, ABB ha hecho posible el control básico de la impulsión a baja velocidad con el tamaño reducido y la economía del arrancador suave, lo que pone esta funcionalidad al alcance de más

4 El arranque suave PSTX funciona a tres velocidades en ambas direcciones

El arranque suave PSTX permite utilizar el motor a tres velocidades distintas en ambos sentidos:

- Accionamiento rápido hacia adelante
3er subtono ≈ 33,3 por ciento de las RPM nominales
- Accionamiento hacia adelante 7º subtono
≈ 14,3 por ciento de las RPM nominales
- Marcha lenta hacia adelante 13º subtono
≈ 7,7 por ciento de las RPM nominales
- Marcha lenta hacia atrás 11º subtono
≈ 9,1 por ciento de las RPM nominales
- Accionamiento hacia atrás 5º subtono
≈ 20,0 por ciento de las RPM nominales
- Accionamiento rápido hacia atrás 3er subtono
≈ 33,3 por ciento de las RPM nominales

La opción de giro lento temporal es muy valiosa.

instalaciones y clientes. La opción de giro lento temporal es muy valiosa, como lo es la posibilidad de invertir el giro de las bombas de aguas residuales para limpiarlas o de colocar en posición una grúa o una cinta transportadora. Para facilitar el uso de la función, la impulsión se puede controlar con el teclado separable, con pulsadores o mediante comunicación con bus de campo.

Carl Thorstensson

Joakim X. Jansson

ABB Low Voltage Products

Vasteras, Suecia

carl.thorstensson@se.abb.com

joakim.x.jansson@se.abb.com



Media tensión, máxima prestación

UPS de media tensión PCS100 de ABB

PERRY FIELD – Presentado en 2014 y con muchas de las características de su homólogo de baja tensión, el sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) PCS100 MV de media tensión (MT) ya se ha asentado en el mercado. Los UPS de media tensión se comercializan desde hace algún tiempo, siendo el UPS rotativo dinámico (DRUPS) la referencia en el sector. Un sistema DRUPS utiliza una

máquina rotativa para generar electricidad, mientras que el UPS PCS100 MV emplea inversores electrónicos modulares. Este diseño se conoce como solución estática, ya que no tiene piezas móviles. La arquitectura modular del UPS permite ampliarlo fácilmente desde 2 MVA cuando aumentan las necesidades del cliente.

Lugares aislados han crecido y han generado una demanda de suministro eléctrico seguro del orden de decenas de megavatios.



La eficiencia energética está ascendiendo al primer puesto en la agenda de muchos directivos de instalaciones. En un centro de datos, por ejemplo, el consumo eléctrico es uno de los pocos costes operativos sobre el que puede influir un gestor. Un UPS estático está aquí bien situado para proporcionar ahorros reales: con una eficiencia del 99,5 por ciento, el UPS PCS100 MV lidera su clase.

Mejorar la calidad de la electricidad es siempre una tarea vital para los sistemas UPS. Muchos grandes procesos industriales críticos –como la fabricación de semiconductores o la producción química o alimentaria– exigen una calidad eléctrica que raramente ofrece la red pública. En estas industrias, las grandes pérdidas de producción por interrupciones del servicio son inaceptables. La situación se complica porque la economía de escala fomenta el crecimiento de las instalaciones y, por tanto, de la demanda eléctrica segura, a menudo del orden de decenas de megavatios. Ade-

más, las áreas de producción que requieren grandes cantidades de electricidad suelen estar dispersas en un sitio determinado. Asimismo, la distribución eléctrica debe cubrir grandes distancias en lugares como los grandes aeropuertos o como los enormes centros de fabricación de electrónica que ahora funcionan en todo el globo.

Todo esto puede resolverse con equipos para MT como los UPS de MT y distribuyendo la electricidad a niveles de MT.

Media es lo mejor

Suministrar electricidad de la máxima calidad a media tensión no tiene por qué ser caro. Los costes de capital de un sistema estático de MT suelen ser menores que los de un sistema de baja tensión (BT) rotativo o en paralelo; a potencias elevadas, la BT precisa grandes conductores, cuadros de distribución considerables y muchos interruptores automáticos. El cuidado de todos estos componentes puede elevar mucho el presupuesto de mantenimiento, especialmente con un sistema rotativo. A MT, las pérdidas son menores y hace falta menos sitio para los equipos, gracias a la menor intensidad necesaria para transportar la misma potencia.

El diseño modular del UPS PCS100 MV permite una sustitución sencilla de la interfaz red-carga de BT por componentes de MT. Las partes fundamentales del UPS, como la electrónica de potencia de BT muy fiable y el almacenamiento en baterías, se mantienen igual que en aplicaciones de BT. Así se mantienen la funcionalidad y la facilidad de mantenimiento demostradas del UPS de BT con las ventajas de la MT y se logran niveles elevados de disponibilidad y fiabilidad.

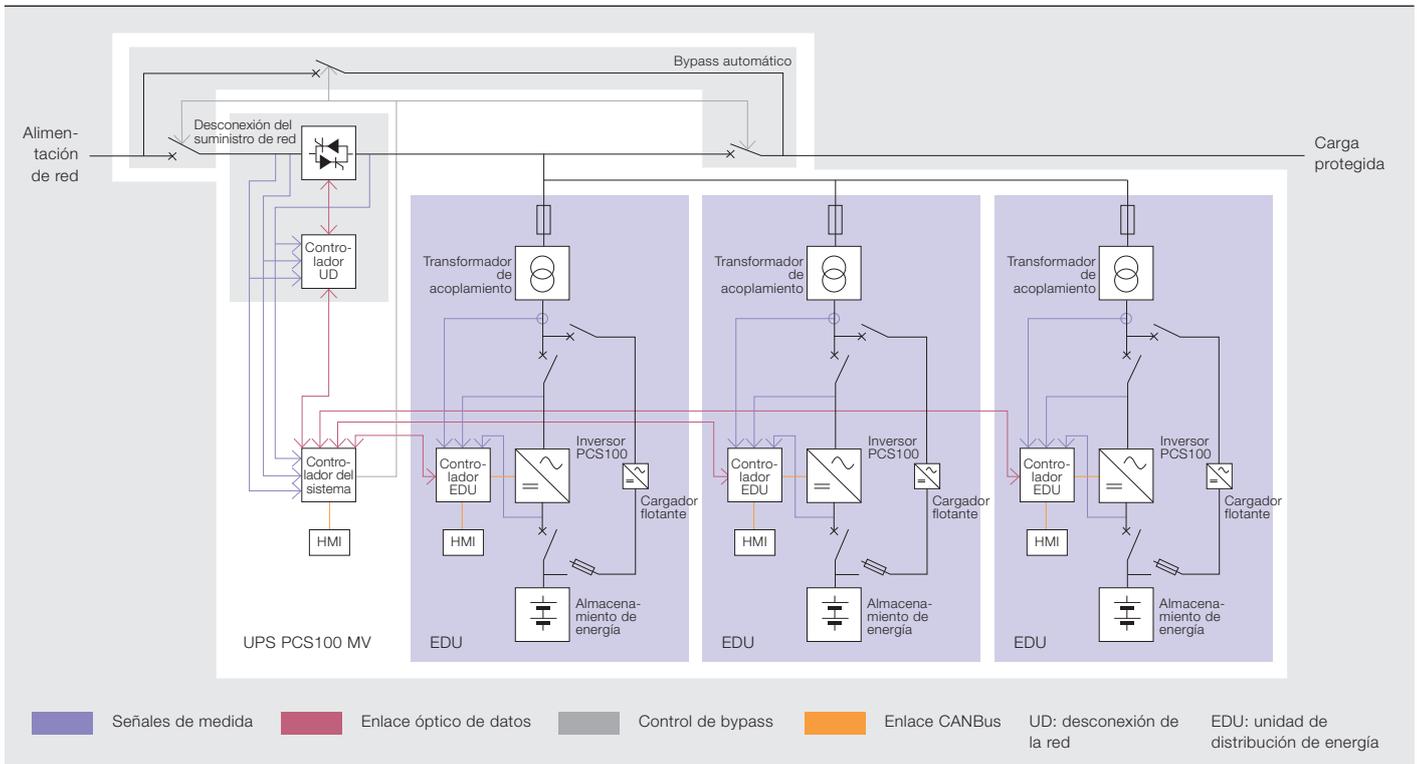
En grandes instalaciones de fabricación de alta tecnología, como en las fábricas de semiconductores, está ya bien asentado el papel de los sistemas UPS de MT. El UPS de MT asegura la alimentación eléctrica para toda la planta, protege frente a todas las perturbaciones de la red y mantiene un periodo de almacenamiento temporal antes de conmutar a la generación local (en el caso de corte grave del suministro).

Con mayor frecuencia, se requiere que el UPS acondicione la electricidad recibida eliminando bajadas de tensión y fenómenos transitorios producidos por averías en la red eléctrica exterior. Aquí se utiliza el almacenamiento en ultracondensadores. Para esas demandas de alta potencia, el pequeño espacio ocupado por el almacenamiento en ultraconden-

Imagen del título

El PCS100 MV de ABB es un UPS completamente electrónico, de alta potencia, adecuado para la protección de procesos críticos o aplicaciones de centros de datos.

En la figura: UPS PCS100 MV de ABB.



sadores, con una densidad de potencia de 1.000 kW/m², presenta una clara ventaja.

En grandes centros de datos, la filosofía es similar. También hay muchas opciones de diseño; una de ellas, por ejemplo, es ejecutar la función UPS en MT y distribuir MT a cada una de las plantas del centro de datos. Pueden emplearse transformadores complementados con conmutadores de transferencia estáticos próximos a los equipos de IT para crear una línea de reserva redundante con dos rutas de alimentación alternativas hasta las cargas [1].

Ventajas de la tecnología UPS de MT

El empleo de un sistema UPS de MT para proteger aplicaciones críticas reduce el amperaje necesario del alimentador. Por ejemplo, 1 MW en un sistema de 400/230 V de CA implica 1.443 A por fase. Con 15 kV, esta intensidad es sólo de 115 A para la misma potencia transportada. Otra característica del UPS de MT es que el sistema se puede centralizar, lo que ayuda a gestionar la carga de las plantas y otorga libertad para diseñar las plantas; la falta de espacio es uno de los principales factores de costes en un centro de datos o una instalación de fabricación. La reducción del espacio necesario para infraestructuras como la

alimentación eléctrica se traduce en más espacio para IT o equipos de producción.

A menudo, la superficie disponible para el sistema UPS viene dada –especialmente en edificios ya construidos– pero la potencia nominal aumenta sin pausa. Los productos de UPS estáticos de MT, compactos, de alta potencia, son adecuados para superar esta dificultad.

Como el espacio ocupado, las pérdidas eléctricas son otra consideración importante. En el caso de la distribución a grandes distancias, como en vastas instalaciones industriales o en lugares muy dispersos, como los aeropuertos, las pérdidas son considerables. La influencia del cable crece con la distancia de distribución. De nuevo, el trabajo en MT da mejor resultado.

Escalabilidad y modularidad

Escalabilidad y modularidad son características fundamentales del UPS PCS100 MV. Con una potencia nominal básica de 2 MVA, el sistema UPS PCS100 MV puede crecer junto con la fábrica → 1-3. El UPS PCS100 MV es el único UPS estático de MT del mercado actual con esta característica. Además de la modularidad de la EDU (unidad de distribución de energía), el UPS PCS100 MV tiene modularidad de

La distribución en MT reduce las pérdidas y exige menos espacio para los equipos gracias a la menor intensidad necesaria para transportar la misma potencia.



Como componente clave de la infraestructura de un gran centro de datos, el UPS puede también beneficiarse de trabajar en MT.

inversores, con valores extremadamente altos de disponibilidad gracias a la redundancia de los inversores. Esto tiene la ventaja de que el cliente minimiza la inversión de capital inicial y puede hacer crecer la infraestructura de forma flexible a medida que crece la actividad.

El UPS PCS100 MV se ofrece con capacidades nominales de varios megavatios y proporciona soluciones adaptadas a grandes instalaciones de IT, comerciales y de fabricación. El UPS PCS100 MV se ha diseñado para proporcionar electricidad limpia, fiable y eficiente a coste reducido para clientes que consuman grandes cantidades de energía. La topología de una sola conversión utilizada es la elección natural para media tensión, ya que las pérdidas son muy pequeñas, con eficiencias muy por encima del 99 por ciento. Los UPS PCS100 MV se pueden instalar para proteger todo el suministro o sólo cargas sensibles seleccionadas.

¿Los UPS de MT sirven solo para aplicaciones a gran escala?

El aumento de la densidad de potencia y la demanda eléctrica total en lugares aislados junto con la exigencia cada vez mayor de una electricidad de alta fiabilidad en instalaciones de IT, comerciales y de fabricación son tendencias crecientes en la industria. Los proveedores tienen

que responder con UPS y diseños de distribución adecuados, y es lógico el paso a MT. Los sistemas de MT reducen el tamaño de los cables y las pérdidas, lo que aumenta la eficiencia global. Además, unos sistemas UPS de MT integrados de alta potencia pueden reducir el número de componentes, como aparataje y cableado, y el espacio ocupado, una ayuda valiosa cuando el suelo es caro o limitado. Un UPS de MT permite una configuración de alta potencia clara y mantiene su complejidad dentro de límites manejables.

Perry Field

ABB Discrete Automation and Motion
Napier, Nueva Zelanda
perry.field@nz.abb.com

Lecturas recomendadas

Encontrará más información sobre las soluciones de protección eléctrica de ABB en www.abb.com/ups

Referencias

- [1] Frank Herbener, (2013, Marzo). *Isolated-Parallel UPS Configuration* [PDF]. Disponible en: <http://www.piller.com/documents/en/2129/isolated-parallel-ups-configuration-en.pdf>



El caso Windows

Windows XP ha agotado su ciclo de vida
¿cuáles son las consecuencias?

VOLKER JUNG, ANTHONY BYATT – El exitoso y popular sistema operativo de Microsoft Windows XP tiene ya bastante más de una década. Aunque alrededor del 30 por ciento de los usuarios de Windows aún utilizan XP, un sistema operativo tan antiguo no puede recibir soporte para siempre. Por ello, Microsoft dejó de prestar asistencia al XP el 8 de abril de 2014. Esto implica que no habrá más actualizaciones de seguridad ni nuevos parches ni

soporte activo. El efecto de esta medida es que el XP se convertirá en un sistema inseguro, poco fiable e incompatible con el hardware de TI más reciente, como ordenadores, componentes de ordenadores, equipos de redes e impresoras. En otras palabras: el final de la era XP afecta a muchas aplicaciones industriales y requiere una respuesta proactiva de los usuarios.

Las respuestas a estas preguntas no siempre fueron sencillas, y pronto quedó claro que el final del soporte para XP sería complicado. Los problemas más importantes pueden agruparse en cuatro categorías:

- Seguridad
- Cumplimiento
- Ausencia de soporte de distribuidores de software independiente
- Soporte de fabricantes de hardware

De ellos, los problemas de seguridad son los más críticos.

Actualizaciones de seguridad de Windows XP

En 2010, el gusano Stuxnet copó los titulares de todo el mundo. Con un tamaño de solo 500 kB, este software malicioso atacó como mínimo a 14 centros industriales de Irán, incluida una planta de enriquecimiento de uranio. Stuxnet atacó en tres fases: primero se dirigió contra redes y equipos de Microsoft Windows, después buscó el software (también basado en Windows) utilizado para programar sistemas de control industrial, y por último penetró en los controladores lógicos programables utilizados para controlar la maquinaria.

Desde Stuxnet, el vulnerable paisaje de la TI industrial sufre constantes ataques cada vez más sofisticados. Por ejemplo, la estrategia de ataque “watering hole” se ha diseñado para introducir malware en los sistemas objetivo. En esta estrategia, la parte maliciosa supone u observa los sitios web que la empresa utiliza con mayor frecuencia, después los infecta y se sienta a esperar que la víctima los visite y descargue inconscientemente malware en su ordenador. Este sistema de ataque estratégico a sitios web pilla a las víctimas por sorpresa, porque los sitios web infectados siempre habían sido de confianza.

Además, el intruso puede manipular perfiles de usuario auténticos de un sistema para dar acceso a extraños. Las configuraciones de los PC también se pueden manipular convirtiéndolos en blanco de, por ejemplo, troyanos de administración remota (RAT), es decir, malware que concede al intruso control administrativo sobre el ordenador objetivo. Los RAT pueden infiltrarse en un ordenador mediante un archivo adjunto a un mensaje de correo electrónico.

1 Sistemas de control/HMI (interfaz hombre-máquina) que deben evolucionar

Sistema/HMI	Comentario
System 800xA	Sistemas centrales 800xA (V5.0 y anteriores)
Freelance	Sistemas Freelance (V6.2 – V9.1)
Generación de energía Portal/Tenore	Todas las versiones basadas en Windows
Conductor NT	Todas las versiones basadas en Windows; la cuenta se hace por el número de servidores, no por el número de sistemas
Process Portal B	Todas las versiones

Una vez infectado el sistema host, el intruso puede usarlo para propagar más RAT y formar un botnet, es decir, un conjunto de ordenadores infectados que se manipulan al unísono para causar más daño.

Dado que un RAT concede control administrativo, permite al intruso vigilar la conducta del usuario con keyloggers u otro spyware, activar una cámara web, acceder a información confidencial, formatear unidades, eliminar o modificar archivos, etc.

En junio de 2014, la familia de malware Havex acaparó los titulares por atacar sistemas de control en diversos ramos de la industria, incluido el sector energético. Uno de los componentes principales de Havex es un RAT. El RAT troyanizó sitios web de fabricantes de sistemas control industrial (ICS) y control de supervisión y adquisición de datos (SCADA). En total, Havex atacó 146 servidores; para ello se utilizaron 88 variantes del RAT Havex y se rastrearon 1500 direcciones IP en un intento de identificar víctimas. Sin duda, Havex fue un ataque grave a la industria.

En julio de 2014, el virus “Energetic Bear” infectó más de 1000 empresas energéticas de Europa y Estados Unidos. Teóricamente, este virus permite a los hackers controlar centrales eléctricas.

Vistos estos ejemplos, es evidente que el entorno de TI industrial es bastante vulnerable, y sin actualizaciones críticas de seguridad de Windows XP, los ordenadores quedan a merced de ataques de virus, spyware y otro software malicioso que puede robar o dañar datos e infor-

Hace tiempo, la idea de ejecutar una aplicación industrial sobre Microsoft Windows parecía descabellada. Pero cuando Microsoft presentó su sistema operativo Windows XP hace ya más de una década, la industria tomó nota. Windows XP proporcionaba la estabilidad, la flexibilidad y la funcionalidad que muchos usuarios industriales necesitaban, y pronto se incorporó a todo tipo de aplicaciones imaginables.

Pero todo lo bueno termina: el 8 de abril de 2014 concluyó la era Windows XP, cuando Microsoft anunció el final del soporte para el producto. Por supuesto, Microsoft avisó profusamente y con mucha antelación y las empresas pudieron prepararse para el cambio. Pero aún quedaban muchas preguntas por responder: ¿Un sistema XP independiente podría seguir ejecutándose sin problemas? ¿Qué ocurriría si el sistema XP estuviera integrado en otro sistema? ¿Se necesitaría hardware nuevo y cuál sería su coste en toda la organización? ¿Cuánto costaría el cambio? ¿La virtualización podría resolver el problema? ¿Qué soporte existiría para migrar a un nuevo sistema?

Imagen del título

Microsoft dejó de prestar soporte para XP el 8 de abril de 2014. ¿Cuáles son las repercusiones para los usuarios industriales?

2 Estrategias de actualización de XP

		Controlador				
800xA	3.1	all	→	800xA	5.1	6.0
	4.0					
	4.1					
	5.0					
Freelance	6.2	all	→	Freelance	2013	2015
	7.1					
	7.2					
	8.1					
	8.2					
Conductor NT	all	DCI	→	800xA	5.1	6.0
		Freelance	→	Freelance	2013	2015
			→	800xA	5.1	6.0
		Harmony	→	800xA	5.1	6.0
→	Symphony +		2.0			
PPB	all	MOD 300	→	800xA	5.1	6.0
		Freelance	→	Freelance	2013	2015
			→	800xA	5.1	6.0
		Harmony	→	800xA	5.1	6.0
			→	Symphony +	2.0	
PGP/Tenore	all	Freelance	→	Freelance	2013	2015
			→	800xA	5.1	6.0
		Harmony	→	800xA	5.1	6.0
			→	Symphony +	2.0	

- Reducir el tamaño del registro para incluir solo aquellos servicios absolutamente necesarios.
- Utilizar agujeros negros de servidores de nombres de dominios (DNS) para bloquear el acceso al sitio web real.
- Emitir una alerta al detectar una conexión de red virtual o escritorio remoto iniciada en un extremo.
- Prevenir la ejecución binaria para usuarios temporales en el sistema de archivos o emitir una alerta cuando esta se produzca.
- Crear una lista blanca de binarios de servicio en el sistema operativo.
- Emitir una alerta para inicios/detenciones/cambios de servicio.
- Auditar listas de control de acceso, etc.
- Realizar copias de seguridad periódicas del sistema de control.
- Hacer acopio de componentes de TI compatibles.

mación empresarial. El software antivirus ya no proporciona protección total para sistemas XP. Los intrusos podrán utilizar los dispositivos que ejecuten XP como punto de acceso a redes de TI. Esto significa que incluso los ordenadores con sistemas operativos con soporte están en peligro.

Hardware

La mayoría de los fabricantes de hardware informático, impresoras y equipos de red ya han dejado de ofrecer asistencia a Windows XP en hardware nuevo. Esto significa que los controladores de software necesarios para ejecutar Windows XP en este hardware nuevo ya no están disponibles en la mayoría de los casos, es decir, que no habrá controladores de XP para discos duros, impresoras, tarjetas gráficas, equipos de red, etc. nuevos. Comprar un ordenador con sistema XP no será ni fácil ni barato. El hardware basado en XP quedará obsoleto y será difícil de encontrar. Cada vez serán más frecuentes las interrupciones imprevistas provocadas por la falta de componentes de hardware.

Cumplimiento

Puede que las empresas vinculadas al cumplimiento de obligaciones reguladoras, como la Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) de Estados Unidos, dejen de poder cumplir los requisitos impuestos si continúan utilizando Windows XP. Con tantos datos

personales y confidenciales almacenados actualmente en servidores, la seguridad de los datos es un motivo muy importante de preocupación.

Ausencia de soporte de distribuidores de software independiente

Muchos distribuidores de software ya no podrán prestar soporte a los productos ejecutados sobre Windows XP, puesto que dejarán de recibir actualizaciones de este sistema. Por ejemplo, el nuevo paquete Microsoft Office utiliza el sistema Windows más nuevo y es incompatible con Windows XP.

¿Qué hacer?

Con tantos problemas a la vista, ¿qué debemos hacer? La recomendación de Microsoft y de todas las empresas de seguridad cibernética es actualizar a Windows 7 u 8. Esto incluye a proveedores de sistemas de control distribuido con sistemas de control que ejecutan sistemas operativos Windows XP y anteriores → 1-2.

Por supuesto, puede realizarse una evaluación del coste de mantener seguras las instalaciones de XP frente a los costes de actualización. Seguir con Windows XP requiere mucho mantenimiento, además de herramientas y soporte de empresas de seguridad cibernética especializadas. Algunas de las acciones que deberá acometer son:

Conservar Windows XP es cada vez más insostenible. Los avances del software son una parte inevitable de la vida útil de la TI industrial, y pasar de Windows XP a un sistema operativo superior es uno de los más significativos. Este paso permitirá a los usuarios cumplir las demandas de seguridad, hardware, software y cumplimiento del mundo moderno de la TI industrial.

ABB recomienda a los clientes que utilicen sistemas operativos Windows XP que evalúen los planes de ciclo de vida de sus sistemas y la estrategia de mitigación de riesgos. Asimismo, ABB ofrece soluciones para remediar o mitigar riesgos y ayudar a los clientes a proteger mejor sus instalaciones y a su personal, garantizando la seguridad de las operaciones y la continuidad de la producción. Existen servicios que ayudan a satisfacer las necesidades de todos los clientes, incluidos los que no pueden actualizar el sistema de inmediato y los que decidan seguir utilizando Windows XP.

Volker Jung

Process Automation Division
Mannheim, Alemania
volker.jung@de.abb.com

Anthony Byatt

Editorial consultant
Louth Village, Irlanda



PASS da un paso adelante

La tecnología de aparamenta híbrida de ABB está ahora disponible para 420 kV

ALBERTO ZULATI – El sistema Plug and Switch System (PASS), marca registrada de ABB, es una aparamenta híbrida de alta tensión premontada, probada y fácil de transportar. Como no necesita pruebas de alta tensión sobre el terreno, la instalación y la puesta en servicio son rápidas. ABB ha aumentado recientemente el nivel de tensión de PASS y ahora está disponible para aplicaciones entre 72,5 kV y 420 kV.



Con una base instalada de más de 8.000 unidades PASS, ABB anunció en 2013 el lanzamiento de la apartamenta híbrida de alta tensión (420 kV) PASS MOS 420 kV.

Para muchos, el mundo de los equipos de alta tensión se ha dividido siempre entre la apartamenta aislada por aire (AIS) y la apartamenta aislada por gas (GIS). Antes, la opción elegida venía determinada por los requisitos de espacio: los equipos GIS ocupan bastante menos, aunque son más caros. Dicho de forma simple: AIS era la elección preferida en las zonas rurales, mientras que normalmente se elegía GIS en instalaciones urbanas. Esta situación cambió por completo hace unos 20 años cuando ABB presentó PASS.

PASS

PASS combina lo mejor de los mundos de AIS y GIS en una apartamenta de tecnología híbrida, o, en terminología CIGRE, apartamenta de tecnología mixta (MTS).

Con la presentación de este nuevo módulo de 420 kV, la familia de productos PASS abarca ahora tensiones desde 72,5 hasta 420 kV con intensidades de ruptura entre 31,5 y 63 kA.

trucción menores. CIGRE afirma, "...la comparación de tecnologías indica que MTS combina muchas de las ventajas de AIS y GIS y alcanza un buen compromiso" [1]. En un caso práctico, CIGRE concluía que "...con

equipos MTS se pueden obtener ahorros importantes en el coste de propiedad total, aunque el coste del equipo básico sea mayor. Los ahorros obtenidos tienen una relación directa con el coste del suelo. También disminuye el tiempo total de

construcción. Estas conclusiones fueron verificadas por un proyecto piloto para la construcción de tres subestaciones en zonas suburbanas. También hay ventajas

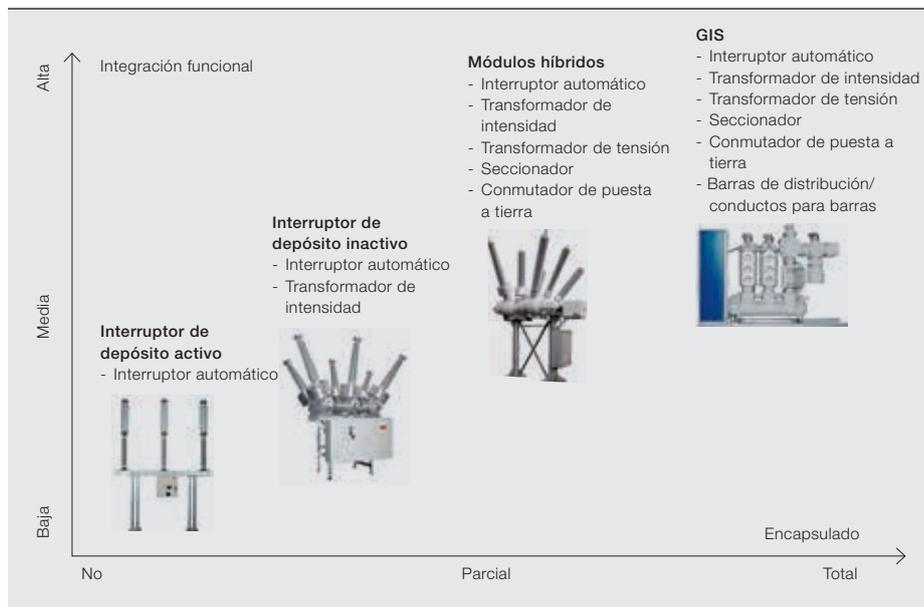
Imagen del título

La apartamenta PASS de ABB combina las mejores características de aislamiento por aire y por gas en un producto híbrido. La tecnología PASS se ofrece ahora para aplicaciones de hasta 420 kV.

Aunque el coste del equipo básico sea mayor que en AIS, MTS supone un coste de propiedad menor, por los menores costes del suelo y los tiempos de cons-

El módulo híbrido PASS de 420 kV es un avance técnico ya que, a pesar de su mayor tamaño, conserva todas las ventajas de la familia PASS, de forma que cada módulo PASS es equivalente a una bahía completa de aparamenta.

1 La tecnología MTS se encuentra entre AIS y GIS



inesperadas, como la obtención más fácil de los permisos debido al menor impacto visual de la subestación y la negociación menos complicada con los propietarios del terreno debido a la menor superficie ocupada” [2].

PASS escoge GIS para los principales componentes del interruptor automático y del seccionador / interruptor de puesta a tierra, garantizando así una alta fiabilidad y compacidad. Al mismo tiempo, PASS emplea AIS para conectar con la

de superficie en comparación con una subestación AIS normal.

- En aplicaciones montadas sobre trineo o móviles, ya que la compacidad del propio módulo permite transportar toda la bahía con más facilidad.
- Para ampliación y renovación, ya que es compatible con cualquier tipo de GIS, AIS o subestación híbrida.
- En condiciones climáticas rigurosas o en lugares muy contaminados, como instalaciones industriales o mineras.

El módulo PASS MOS 420 kV premontado y probado en fábrica es fácil de transportar y se instala rápidamente, sin necesidad de montar ningún componente activo en el lugar de la instalación.

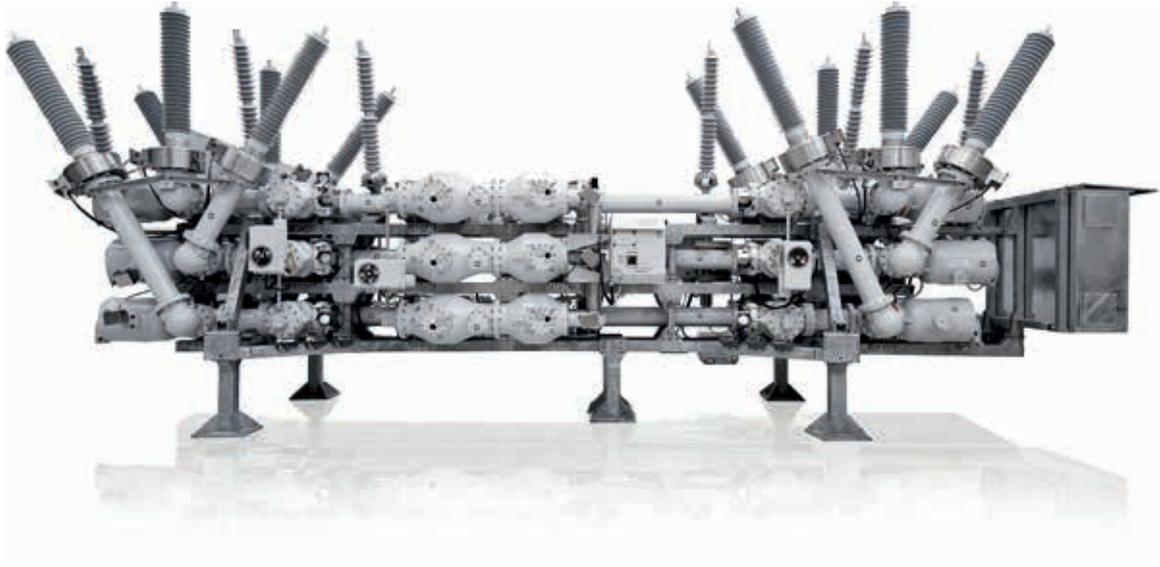
PASS es muy adecuada en estas condiciones, ya que todas las partes activas están aisladas con SF₆ y protegidas en un depósito de aluminio puesto a tierra. PASS ya ha alcanzado un número considerable de instalaciones de referencia.

red, colocándose de esta forma entre las tecnologías AIS y GIS → 1.

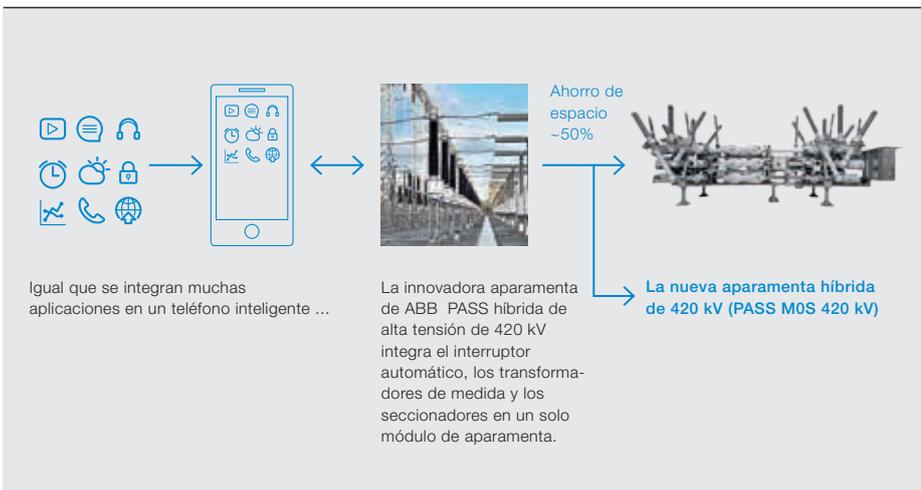
El concepto PASS es una solución fiable, con poco mantenimiento, para la construcción de subestaciones. Su diseño modular y flexible lo convierte en una solución recomendada en varios casos:

- Cuando el espacio es una limitación, ya que ahorra del 50 al 70 por ciento

- En proyectos de ejecución rápida en que se requiere una rápida conexión a la red, por ejemplo en situaciones de recuperación de emergencias, o en zonas remotas o peligrosas. PASS se transporta totalmente montado y probado, de forma que no se requieren pruebas de alta tensión sobre el terreno y la instalación y la puesta en servicio son rápidas.



3 Un módulo PASS integra la funcionalidad de muchos subsistemas en un solo producto.



El PASS M0S 420 kV es el único módulo de apartamentación de 420 kV que se puede montar y transportar en un remolque o sobre trineo como solución móvil completa desde fábrica.

– Para ferrocarriles, porque se pueden emplear módulos monofásicos o bifásicos a varias frecuencias. Actualmente hay más de 200 módulos en servicio en convertidores de frecuencia o subestaciones de tracción.

PASS M0S 420 kV

Desde la presentación de PASS, la tecnología híbrida se ha convertido en una alternativa muy atractiva a AIS o GIS, y otros fabricantes han seguido la pauta de ABB añadiendo apartamentación híbrida a su oferta. No obstante, ABB conserva su posición de liderazgo ampliando la cartera PASS para adaptarse a más aplicaciones y mercados.

Con una base instalada de más de 8.000 unidades PASS, en 2013 ABB anunció la presentación de la apartamentación híbrida de alta tensión de 420 kV PASS M0S 420 kV.

Con la presentación de este nuevo módulo de 420 kV, la familia de productos PASS abarca ahora tensiones desde 72,5 hasta 420 kV con intensidades de ruptura entre 31,5 y 63 kA. Además de los módulos estándar, una solución especial llamada PASS M0H ofrece una subestación de alta tensión completa con una configuración “H” en una sola unidad transportable → 2.

El módulo híbrido PASS de 420 kV es un avance técnico ya que, a pesar de su mayor tamaño, conserva todas las ventajas de la familia PASS: funcionalidad integrada de interruptor, seccionador e inte-

4 La facilidad de transporte del PASS M0S 420kV es una de sus características exclusivas.



24
horas



La nueva PASS para 420 kV se premonta, se prueba en fábrica y se envía como una sola bahía. Tiempo de instalación en el emplazamiento: sólo 24 horas.

La principal innovación del PASS 420 kV es su concepto de aisladores giratorios.

5 Aisladores del PASS M0S 420 kV en posición de transporte



ruptor de puesta a tierra, así como transformadores de intensidad y de tensión, de forma que cada módulo PASS equivale a una bahía completa de aparamenta → 3. El PASS M0S 420 kV premontado y probado en fábrica es fácil de transportar y se instala rápidamente, sin necesidad de montar ningún componente activo sobre el terreno. El PASS M0S 420 kV es el único módulo de aparamenta de 420 kV que llega al emplazamiento completamente montado, con lo que la instalación y la puesta en servicio son rápidas → 4. PASS M0S 420 kV tiene más ventajas: mantenimiento fácil. Ya que todas las partes activas del equipo están aisladas por gas, no hay necesidad de limpiar regularmente los contactos de la aparamenta. El encapsulado reduce también el tiempo y el coste totales de servicio, y mejora la fiabilidad y la disponibilidad. Muchas operaciones pueden efectuarse sin necesidad de interrumpir el servicio.

- Es muy adaptable a las necesidades del cliente, aunque, debido al diseño modular, sigue teniendo un tiempo de entrega pequeño.
- La estructura de acero es compacta y necesita menos ingeniería civil.

- Puede montarse y transportarse en un remolque o trineo desde la fábrica, como solución móvil completa.
- El tiempo de conexión es más breve: menos de una semana para una bahía de 420 kV.

Aisladores giratorios

Una de las mayores dificultades de diseño era el transporte de un módulo de 420 kV totalmente montado, dadas sus grandes dimensiones. Como suele suceder, un gran problema como este encierra la fuerza que impulsa la innovación. La principal innovación del PASS 420 kV es su concepto de aisladores giratorios. Para hacer posible el transporte del producto totalmente montado, los aisladores (3,6 m, 350 kg) se giran en fábrica desde la posición de servicio a la posición de transporte, y a la inversa en el lugar de instalación. Esto es posible gracias a un diseño de giro del aislador innovador y muy seguro. Cada aislador se gira en menos de 30 segundos.

El principio geométrico es simple: se sujeta cada aislador al resto del equipo mediante dos uniones curvas aisladas en gas, cada una de ellas hecha de una carcasa de aluminio y conexiones eléctricas internas.



Para que el producto se pueda transportar totalmente montado, los aisladores se giran en fábrica desde la posición de servicio a la posición de transporte, y a la inversa en el lugar de instalación.

Esto significa que la conexión entre las dos partes está inclinada, de forma que el giro de la parte superior (en la que está montado el aislador) mueve éste desde la posición casi horizontal de transporte hasta la casi vertical de servicio → 5-6.

El giro se lleva a cabo con el equipo lleno de gas a una presión (relativa) de 0,2 bar, que es el valor empleado normalmente durante el transporte. Una de las características más destacadas de la conexión giratoria es que mantiene una hermeticidad excepcional durante el giro y después, cuando se llena el equipo a la presión de trabajo.

Las uniones curvas están bien selladas. La carcasa inferior alberga las ranuras para dos juntas (una es de reserva), protegidas por dos anillos de refuerzo situados por encima y por debajo de las juntas. Los anillos de refuerzo son de un material composite especial que soporta sin deformación cargas radiales enormes con una fricción muy baja.

La carcasa superior interactúa con las juntas y los anillos de refuerzo por medio de un soporte cilíndrico mecanizado insertado en la unión inferior.

Normalmente, el aislador se gira sólo dos veces: a la posición de transporte en fábrica y de nuevo a la posición de servicio en el lugar de instalación. El sistema de sellado se ha probado efectuando más de 50 giros en el mismo equipo sin que se produzcan fugas. ABB garantiza una tasa de fugas inferior al 0,5 por ciento anual, como para otros dispositivos de alta tensión de SF6 de ABB.

Además del acoplamiento de inserción para sellado, las dos carcasas disponen además de bridas y están apretadas con 12 pernos. Finalmente, se fija un anillo deslizante a la brida del depósito inferior para reducir la fricción durante el giro.

El par necesario para el giro de esos componentes tan pesados lo proporciona un motor comercial que se aplica a la unión de giro con una herramienta especial, concepto patentado por ABB en 2012. El giro del motor es bastante lento (unas 2 rpm), pero el giro completo desde la posición de transporte a la de servicio solamente requiere unos 30 s.

La instalación para el giro de los aisladores es crítica para el transporte de este dispositivo de 420 kV. Sin él, los clientes

no podrían disponer de las muchas ventajas de la tecnología PASS.

Desde su presentación, PASS 420 kV ha captado el interés de varias compañías con pedidos recibidos de Estados Unidos, Italia y Argelia, entre otros, y se han celebrado conversaciones técnicas avanzadas con entidades de España y el Reino Unido. Estas partes reconocen las ventajas de poder conectarse rápidamente a la red con una solución que se entrega completamente montada y probada.

Alberto Zulati

ABB Power Products

Lodi, Italia

alberto.zulati@it.abb.com

Referencias

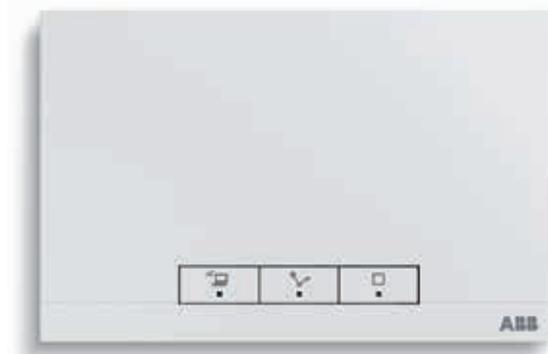
- [1] W. Degen *et al.*, Cigre Working Group B3-20, Brochure 390 "Evaluation of different switchgear technologies (AIS, MTS, GIS) for rated voltages of 52 kV and above," noviembre 2008.
- [2] W. Degen *et al.*, Cigre Working Group B3-20, Brochure 390 "Evaluation of different switchgear technologies (AIS, MTS, GIS) for rated voltages of 52 kV and above, Appendix A: "Introduction to Mixed Technologies Switchgear," pp. 44-56, noviembre 2008.



Vida inteligente

La automatización del hogar más fácil
que nunca con ABB-free@home®

ALEXANDER GRAMS – Los edificios inteligentes, en su día sueños futuristas, son ya una realidad, y la tecnología de automatización ABB-free@home ofrece el diseño, el confort y la seguridad que los usuarios quieren para su hogar.



La automatización de edificios actual no solo aporta eficiencia energética, sino también comodidad y seguridad, los aspectos más valorados en residencias privadas. ABB-free@home combina todas las útiles funciones de la domótica y es fácil de usar como sistema.

ABB-free@home es un sistema de control centralizado que los usuarios pueden utilizar para vigilar y controlar toda su casa: atenuación y apagado de luces, reloj, control de persianas, regulación de la temperatura e integración del sistema de control de puertas ABB-Welcome.

Las funciones se pueden personalizar totalmente. Todos los ajustes pueden modificarse o ampliarse fácilmente en cualquier momento con la app del sistema. Gracias a esta app, la configuración y el uso son tan sencillos como navegar por un sitio web, sin necesidad de más software. La configuración inicial la realiza el instalador eléctrico. Los ajustes posteriores los puede realizar el usuario desde cualquier ordenador o tablet con HTML5 (independiente de la plataforma).

Imagen del título

El panel de control de ABB-free@home, con pantalla táctil TFT en color de alta calidad, se monta en superficie.

Esto, por ejemplo, permite adaptar fácilmente la domótica a nuevas situaciones o al cambio de uso de las habitaciones. El ajuste de la iluminación es sencillo y pueden introducirse programas de temporización individuales para la calefacción y las persianas → 1.

La temperatura ambiente óptima se ajusta con ABB-free@home individualmente o en función de un requisito específico, según la hora del día y la función de la habitación.

En modo ECO, la temperatura baja automáticamente por la noche o cuando la vivienda está vacía. La calefacción puede apagarse automáticamente si se abre una ventana. Así se reduce el consumo eléctrico, tanto con radiadores convencionales como con suelo radiante.

La interfaz de usuario es accesible desde un ordenador, una tablet o un smartphone. Todas las funciones se pueden realizar de forma intuitiva con cualquiera de los dispositivos. La aplicación ABB-free@home optimiza todas las imágenes para su visualización en dispositivos móviles.

El punto de acceso al sistema es el elemento central de ABB-free@home, y mantiene simultáneamente el proyecto, la configuración y la visualización → 1. Proporciona acceso a ordenadores, tablets y smartphones a través de una conexión WLAN. Esto permite definir y controlar a distancia las funciones del sistema en cualquier momento después de instalarlo. El punto de acceso al sistema también se puede conectar a un router en la red vía LAN o WLAN.

Para facilitar la puesta en marcha, el punto de acceso al sistema está equipado con su propia WLAN y el software necesario para planificar y poner en servicio el proyecto. De esta forma, el instalador es independiente de las condiciones estructurales y no necesita otro software. Concluida la programación, se puede guardar una copia de seguridad en el punto de acceso al sistema para restaurarla cuando sea necesario.

La tecnología de bus de 2 hilos facilita la instalación de ABB-free@home. El cable del bus puede ir por el mismo tubo que el cable de alimentación; no necesita un tendido especial de cables ni un tubo propio.

ABB-free@home ofrece diversos dispositivos montados a paño para conmutar y controlar señales, como luz y temperatura. Estos dispositivos permiten instalar las funciones deseadas tan fácilmente como un enchufe.

Los actuadores de ABB-free@home reciben las señales de interruptores y sensores y las convierten. Se instalan en una caja central empotrada o en varias cajas descentralizadas empotradas.

ABB-free@home cumple las normas internacionales IEC 60669 e IEC 50428. Todos los dispositivos del sistema ABB-free@home cumplen la directiva de fabricación ecológica RoHS (restricción de sustancias peligrosas).

Alexander Grams

ABB Low Voltage Products, Wiring Accessories
Ludenscheid, Alemania
alexander.grams@de.abb.com

Cable a la vista

Conectores y soluciones precableadas aumentan la productividad

VINCENT MENAGER – La globalización del equipamiento eléctrico ha forzado a los fabricantes de equipos originales (OEM) a aventurarse en mercados internacionales. La fuerte competencia que encuentran en ellos ha hecho inviables los métodos tradicionales de cableado manual utilizados para conectar paneles de control, dispositivos de campo y similares. Las nuevas técnicas de conexión que han inventado incluyen soluciones precableadas con bloques de terminales enchufables y mazos de cables.

Según un viejo dicho del sector, las tres causas principales de fallos en los montajes son los cables, los cables y los cables. Los errores de cableado pueden causar retrasos en los proyectos o penalizaciones, y son una forma segura de que una empresa perjudique su reputación. Estos factores, y la mayor competencia global, han forzado a los fabricantes a buscar métodos de cableado más nuevos y eficientes: técnicas modulares, enchufables y de precableado.

La modularidad proporciona flexibilidad en el montaje

En un concepto de conexión modular, los conjuntos y subconjuntos se fabrican por separado, a menudo por un subcontratista especializado, y sólo se acoplan para las pruebas y en la instalación final. Los conjuntos se pueden probar individualmente a nivel de módulo, reduciendo así la complejidad del equipo de prueba. Puesto que los módulos están normalizados, es sencillo intercambiarlos cuando hay que reorganizar el cableado, por ejemplo, para descubrir averías. La modularidad ofrece flexibilidad a los fabricantes de equipo.

Pero el diseño modular sería inútil si no se usara en asociación con una funcionalidad enchufable.

Flexibilidad de cableado con funciones enchufables

En contraste con el bloque de terminales clásico, un bloque de terminales enchufable está equipado con un conector que permite montar y desmontar rápidamente el equipo.

Los conectores se caracterizan por el tipo de tecnología utilizado (sin tornillos, con tornillos, conexión con desplazamiento del aislamiento, etc.) y el número de conexiones, enchufes y circuitos. ABB proporciona el abanico completo de conectores, como PI-Spring (que combina presión y resorte) y ADO System® para entornos agresivos, y tecnología de abrazaderas de tornillo para la industria en general.

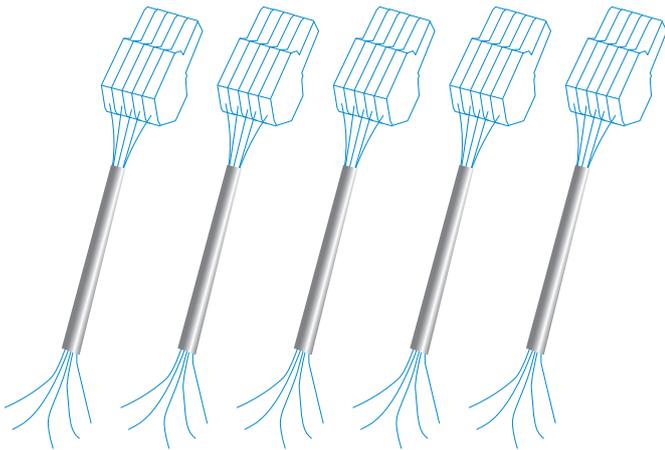
Precableado

Los conectores permiten agrupar los cables en mazos, una tarea que se puede llevar a cabo antes del montaje y la prueba del equipo completo. La posibilidad de precablear y probar elimina pasos de fabricación de posible alto riesgo del camino crítico del proyecto y aporta importantes ventajas.

Producción y prueba en serie

El cableado suele subcontratarse a un especialista que utiliza máquinas automáticas de cableado para las tareas que





Los conectores facilitan y aceleran mucho el montaje, la prueba y la puesta en servicio en fábrica.

requieren mucho tiempo de corte, pelado, engaste e identificación o marcado. El resultado es un producto de alta calidad y mucho más rentable que llevar a cabo la tarea por la propia empresa. La prueba previa se puede automatizar fácilmente y configurar para la producción en serie.

Montaje y prueba de los equipos, puesta en servicio en fábrica

Antes de entregar los equipos al cliente final, deben montarse en el taller y probarse completamente, un procedimiento que acelera considerablemente el uso de conectores.

Transporte e instalación

Para elementos más grandes, el transporte puede implicar el desmontaje antes del envío y el montaje en obra, un proceso que facilita mucho el uso de conectores. Además, las tecnologías sin tornillos,

como PI-Spring o ADO system de ABB, garantizan una conexión a prueba de vibraciones y golpes, y son ideales para equipos que tienen que enviarse ya cableados.

Ferrocarriles

Las soluciones precableadas son una importante contribución al aumento de la eficiencia buscado por los fabricantes europeos de material ferroviario en respuesta a la erosión global de los precios. ABB es un importante proveedor de conectores, en particular del tipo enchufable, al mercado de los ferrocarriles → 2.

Los conectores PI-Spring de ABB, compactos (el espacio para equipos en los trenes es limitado) y resistentes a los golpes, son ideales para hacer conexiones fiables en los trenes. Los conectores ADO System ofrecen importantes ahorros de productividad y conexiones seguras y fiables. Estos sistemas de conectores se prueban de acuerdo con las normas internacionales más recientes para material rodante, como la IEC 61373 para vibración y golpes y la EN 45545-2/NFPA 130 para inflamabilidad y toxicidad del material plástico.

Automatización del proceso

Las aplicaciones para automatización de procesos manejan usualmente miles de señales y, de nuevo, las soluciones de precableado y enchufables ofrecen una importante simplificación del sistema y una mayor fiabilidad del cableado. Así, el sistema de precableado Interfast de ABB para controladores lógicos programables (PLC) y sistemas de control digital (DCS)

reduce el tiempo de instalación hasta en un 98 por ciento.

Aparamenta

La aparamenta está en constante evolución y los productos más recientes incluyen electrónica de alta gama y comunicación digital. Los bloques de terminales enchufables SNK de ABB facilitan la expansión de estos complejos sistemas de aparamenta. La serie SNK proporciona una conexión de enchufe doble, que permite la conexión en serie de señales y la fácil ampliación del sistema.

Ferrocarriles, automatización de procesos y aparamenta son sólo tres áreas en las que las soluciones de precableado están consiguiendo un considerable impacto. Hay muchísimas más. Los conectores y las soluciones de precableado pueden crear ahorros en la productividad en muchas aplicaciones muy dependientes del cableado.

Vincent Menager

ABB France
Chassieu, Francia
vincent.menager@fr.abb.com

Imagen del título

El precableado es una herramienta esencial para los fabricantes de equipos eléctricos. (La imagen ilustra un conector de ABB).



Domeñar la fuerza

El control avanzado logra una disponibilidad y un rendimiento elevados dominando la inestabilidad compleja

ALF ISAKSSON, SILVIA MASTELLONE – La red electromecánica de fuerza representa un complejo proceso de ingeniería que empieza en la generación, pasa por el transporte, la distribución y la conversión y culmina en las cargas electromecánicas que convierten la energía eléctrica en una fuente utilizable. Cada conexión de esta red contiene subsistemas dinámicos heterogéneos que interactúan de formas complejas. La predicción y el control de su comportamiento individual y colectivo es un problema difícil, pero que es preciso dominar para que la red funcione de forma óptima. ABB Review presenta una serie de artículos dedicados a las inestabilidades que se producen en distintas etapas de la red electromecánica y los métodos de cálculo para su control.

Una inestabilidad operativa en la red eléctrica de una planta de petróleo y gas puede culminar en un apagón de toda la planta con una pérdida irrecuperable de la producción.

Para lograr un funcionamiento estable, el diseño del hardware y el control se lleva a cabo normalmente a nivel de subsistemas individuales. Pero cuando se interconectan los subsistemas, las propiedades de estabilidad no se extienden necesariamente a todo el sistema.

De hecho, las interacciones entre los subsistemas pueden llevar a una respuesta mal amortiguada y a un comportamiento oscilatorio no deseado.

La inestabilidad se materializa en formas que van desde una pequeña reducción del rendimiento a una parada grave de todo el sistema.

Así, una inestabilidad operativa en la red eléctrica de una planta de petróleo y gas puede culminar en un apagón de toda la planta con una pérdida irrecuperable de la producción. Otro ejemplo son las oscilaciones de potencia en la red de transporte que puede tener consecuencias extremas, incluido un apagón total.

Son precisamente estas situaciones complejas las que exigen análisis detallados del sistema y diseños del control con criterios de rendimiento muy exigentes. De hecho, un diseño de control inteligente permite un funcionamiento óptimo del sistema dentro de los límites físicos sin introducir ninguna inercia física añadida que ralentice la respuesta del sistema y aumente los costes.

Un aspecto fundamental que conduce a un diseño de control más inteligente es la capacidad de análisis detallado y el conocimiento profundo del comportamiento del sistema en estado de equilibrio y durante transitorios dinámicos. Además, hay que tener en

cuenta los recursos de cálculo y las capacidades de actuación disponibles. Tradicionalmente, los métodos avanzados precisaban importantes recursos de cálculo que a menudo impedían su aplicabilidad. Pero con el progreso actual de las capacidades de cálculo de las plataformas de control, ahora se pueden aplicar estos métodos avanzados.

ABB Review publicará una serie de artículos sobre las oscilaciones eléctricas y mecánicas y los métodos numéricos avanzados para dominarlas en la red electromecánica. La serie incluirá las áreas de generación, distribución, conversión de baja y media tensión y cargas mecánicas y procesos. Esta serie está además pensada como actualización de las actividades de investigación y desarrollo llevadas a cabo por ABB para permitir la disponibilidad continua de electricidad y una productividad mejorada.

El artículo siguiente trata de las oscilaciones en convertidores eléctricos de media tensión. Otros artículos en próximos números de ABB Review explorarán las otras etapas de la red eléctrica electromecánica.

Alf Isaksson

ABB Corporate Research
Vasteras, Suecia
alf.isaksson@se.abb.com

Silvia Mastellone

ABB Corporate Research
Daettwil, Suiza
silvia.mastellone@ch.abb.com

Los avances tecnológicos están haciendo que muchos campos de la tecnología estén experimentando un aumento extraordinario de la complejidad. La red electromecánica no es una excepción. Una vez que se ha diseñado acertadamente un sistema, sus límites operativos se sobrepasan para conseguir prestaciones mayores.

La creciente complejidad en este contexto se manifiesta de dos formas: (i) el alto grado de interconectividad de los componentes; y (ii) la naturaleza heterogénea de éstos y las distintas escalas de tiempo de sus comportamientos. Estos efectos se ven agravados por la creciente demanda de dinámicas más rápidas y por el tamaño y el peso reducidos de los componentes producidos por los avances tecnológicos.

Imagen del título

Las oscilaciones son propias de cualquier sistema técnico de cierta complejidad. Los ingenieros necesitan entender su comportamiento para mantener la estabilidad del sistema. La imagen del título muestra el puente Golden Gate (Estados Unidos).

**DOMEÑAR
LA FUERZA**

ABB Review series



Combatir las oscilaciones

Métodos activos avanzados de amortiguación en convertidores eléctricos de media tensión controlan las oscilaciones eléctricas

PETER AL HOKAYEM, SILVIA MASTELLONE, TOBIAS GEYER, NIKOLAOS OIKONOMOU, CHRISTIAN STULZ – La conversión de la electricidad en el ámbito de la media tensión se enfrenta con el reto del intercambio de energía entre redes eléctricas y cargas cada vez más complejas. La tarea se ve complicada por la presencia de oscilaciones eléctricas. Hacen falta métodos de control avanzados que permitan una conversión de energía de alta calidad y proporcionen formas inteligentes de atenuar los comportamientos resonantes del sistema.

Imagen del título

¿Cómo abordan los métodos de control el comportamiento resonante en los convertidores de media tensión?

Un requisito vital para una amortiguación suave es proporcionar al método de control información sobre el contenido de las señales de intensidad y tensión en torno a la frecuencia resonante y dejar que el controlador reaccione para amortiguar activamente las oscilaciones eléctricas.

Los accionamientos de media tensión (MT) son una actividad fundamental de ABB que depende en gran manera de una electrónica de potencia avanzada, componentes electromagnéticos, tecnologías de refrigeración y tecnología de control automático. Con más de un quinto de la cuota total del mercado, ABB es un agente clave del mercado global de accionamientos de MT. Los accionamientos de MT son comunes en aplicaciones industriales que van desde bombas y ventiladores hasta compresores y laminadoras.

Tradicionalmente, los accionamientos de MT se empleaban para conectar a la red una máquina eléctrica que mueve una carga mecánica. Sin embargo, con la multiplicación de las fuentes de energía renovable y el control avanzado de los sistemas de transporte, las situaciones en las que los convertidores de MT inyectan corriente en una red eléctrica son cada vez más comunes. Estas situaciones incluyen algunos tipos de generación de energía solar y eólica, el frenado regenerativo de los sistemas ferroviarios, las interfaces entre HVDC (CC de alta tensión) y sistemas de transporte de CA, y FACTS (sistemas flexibles de transporte de corriente alterna). En estas aplicacio-

nes se utilizan sistemas de electrónica de potencia para asegurar que la forma de onda producida y su frecuencia son adecuadas para la inyección.

Los accionamientos de MT en pocas palabras

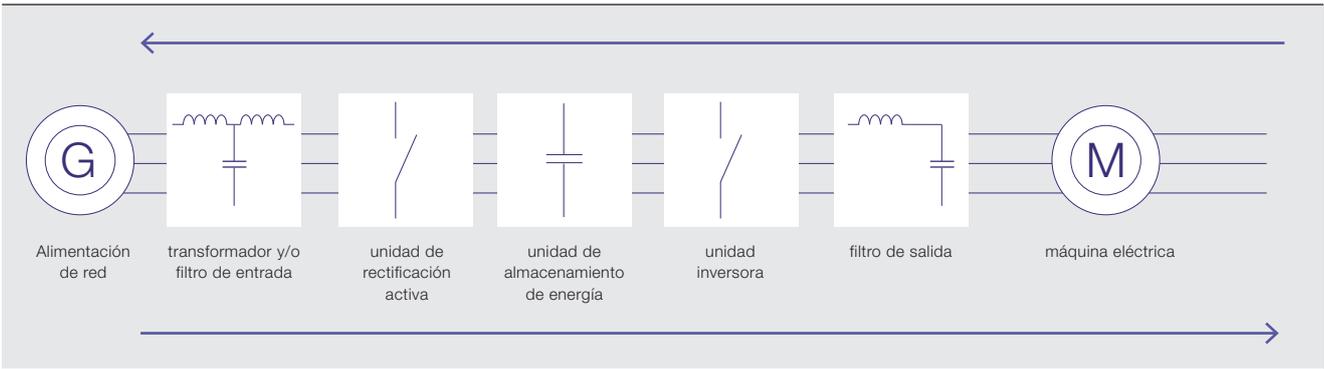
Los accionamientos de MT son convertidores de potencia/frecuencia cuyas características básicas combinan flujo y almacenamiento de electricidad. Tradicionalmente, el convertidor absorbe energía de una fuente de CA trifásica (por ejemplo, la red), la almacena en forma de CC con condensadores o inductores y luego la convierte de nuevo a CA en un proceso llamado inversión para mover un motor eléctrico → 1. Este esquema se puede invertir, por ejemplo cuando se utiliza una turbina eólica para convertir el movimiento mecánico en electricidad que se rectifica y almacena como CC antes de enviarla a la red en forma de CA.

El aumento de armónicos

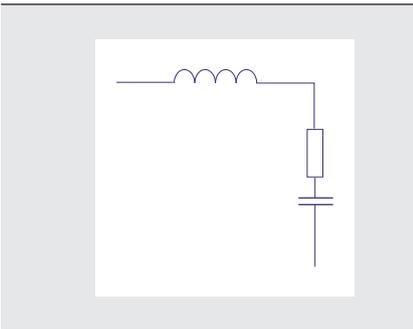
Los procesos de conversión eléctrica de rectificación e inversión son difíciles. Como las capacidades de actuación dentro del convertidor son de naturaleza discreta, los niveles de tensión de salida solamente pueden generarse por pasos. Esto produce armónicos eléctricos que se propagan por el sistema y se devuelven a la red o a la máquina.

Un segundo reto, igual de importante, es la imposibilidad de conmutar a altas velocidades entre los niveles de tensión disponibles. Usualmente, las frecuencias de conmutación van desde varias decenas a unos pocos cientos de hertzios. Esto se debe a que las pérdidas por conmutación del convertidor eléctrico –una parte importante

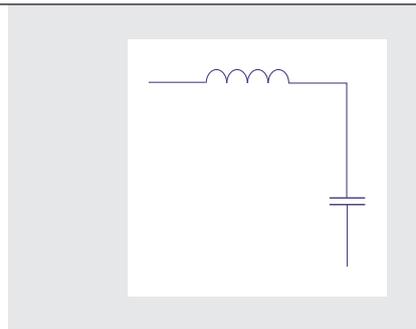
1 Accionamiento de MT con flechas de sentido del flujo de energía



2 Los dos tipos principales de filtro



2a Filtro RLC



2b Filtro LC

de las pérdidas globales del accionamiento— son proporcionales a la frecuencia de conmutación.

Las frecuencias más bajas reducen los costes de explotación y aumentan la solidez, la fiabilidad y la eficiencia del sistema.

Desde el punto de vista del control, esta limitada gama de frecuencias de conmutación es muy restrictiva.

Aún más restrictivo es el nivel relativamente alto de armónicos de bajo orden generados. Idealmente, la tensión en las entradas y salidas del accionamiento de MT debe ser puramente sinusoidal. Pero éste es un objetivo difícil de alcanzar. Un objetivo más realista es minimizar los armónicos que se superponen a la señal fundamental. Esto se plasma en los llamados códigos de red, que imponen restricciones a los armónicos individuales (distintos del fundamental) y sus magnitudes admisibles. En la máquina, esto se caracteriza por la distorsión armónica total (THD) de la corriente. La THD es básicamente una medida de la fuerza colectiva de todos los armónicos de orden superior en

comparación con el componente fundamental.

Filtros resonantes

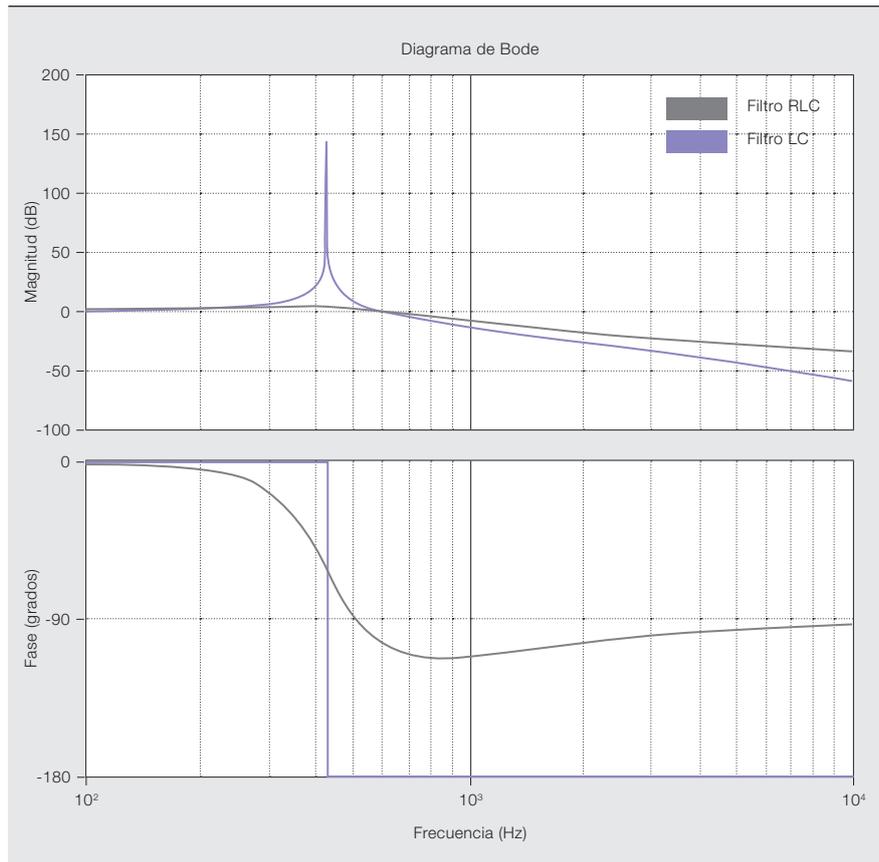
A menudo se instalan filtros de hardware a la entrada o la salida del accionamiento de MT para atenuar los efectos de los armónicos en la red o en la máquina. Hay dos tipos principales de filtros: resonante (LC) o amortiguado pasivamente (RLC) → 2. Los filtros amortiguados pasivamente son atractivos desde el punto de vista de la estabilidad, ya que no amplifican el contenido en baja frecuencia de las señales y proporcionan atenuación de los armónicos más altos → 3. No obstante, los elementos resistivos del filtro tienen grandes pérdidas, lo que se traduce en una eficiencia reducida del convertidor global.

Desde el punto de vista del control se plantean dos cuestiones principales: ¿Cómo evitar la generación de armónicos en torno al pico resonante del filtro LC? Y si se presenta ese contenido de armónicos, ¿cómo se puede atenuar?

La respuesta está en métodos de amortiguación suave (o “activa”).

Con la multiplicación de las fuentes de energía renovable y el control avanzado del sistema de transporte, las situaciones en las que los convertidores de MT inyectan corriente en una red eléctrica son cada vez más comunes.

3 Respuesta de frecuencia de un filtro LC resonante y de un filtro LRC



Métodos de amortiguación suave

Los métodos de amortiguación suave utilizan técnicas inteligentes que atenúan las oscilaciones eléctricas no deseadas del sistema. Estas soluciones no acarrearán costes de hardware añadidos en el diseño del sistema, pero exigen un profundo conocimiento de la dinámica del sistema y dominio de los métodos de control, estimación y optimización.

Los niveles de actuación conmutada discreta propios de un convertidor eléctrico producen armónicos de orden infinito, que a menudo se conocen como rizado de conmutación. Se presentan en todas las señales (tensiones, corrientes, flujos, pares, etc.) y pueden afectar directamente al comportamiento del control. Un requisito fundamental de la amortiguación suave es proporcionar al método de control información del contenido de las señales de intensidad y tensión en torno a la frecuencia resonante y dejar que el controlador reaccione a esa información para amortiguar activamente las oscilaciones eléctricas. Esto requiere un diseño muy cuidadoso de

los filtros de software (pasa-bajos, pasabanda, de banda eliminada, etc.) y/o estimadores avanzados.

Hay muchos métodos, tanto en el sector académico como en el industrial, para diseñar controladores que atenúen las resonancias.

Métodos de una entrada-una salida

Los primeros intentos de abordar las oscilaciones se basaban principalmente en los conceptos de dominio de frecuencias y la conformación de la respuesta de sistemas en bucle cerrado. Esos intentos utilizaban principalmente conceptos PID (proporcional integral derivativo) para sistemas de una entrada-una salida (SISO), y confiaban en los resultados técnicos —a partir de los años 1930, 1940 y 1950— del diseño y ajuste de parámetros. Este procedimiento se puede emplear junto con los esquemas disponibles de modulación y control; por ejemplo, modulación de ancho de impulsos (PWM) [1] y control directo del par (DTC) [2]. Pero hay muchas trampas: el sistema subyacente no es ni SISO ni continuo. Por el contrario, presenta

una dinámica de interacción muy compleja entre entradas y salidas.

Métodos de entradas múltiples, salidas múltiples

Los métodos de entradas múltiples, salidas múltiples (MIMO) que utilizan la representación estado-espacio (también también llamados métodos del dominio del tiempo), desarrollados en el decenio de 1960, junto con el diseño de control regulador lineal cuadrático (LQR), representan una evolución importante de los métodos de amortiguación activa.

Los métodos MIMO recogen la dinámica del sistema en un solo conjunto de ecuaciones diferenciales de primer orden y utilizan esta información para predecir el comportamiento del sistema en casos futuros y a partir de ahí generar acciones correctivas de control óptimas que producen efectos positivos a largo plazo en la atenuación de las oscilaciones no deseadas. Los métodos MIMO ofrecen un manejo de las complejas interacciones dentro del sistema y de sus efectos en las resonancias más preciso que los

Idealmente, la tensión en las entradas y salidas del accionamiento de MT debe ser puramente sinusoidal. Se trata de un objetivo difícil de alcanzar. Un objetivo más realista es minimizar los armónicos que se superponen a la señal fundamental.

métodos basados en SISO que los precedían. El diseño basado en MIMO sigue manteniendo la advertencia de suponer que todas las señales del sistema son continuas y no tiene en cuenta el efecto de conmutación mencionado anteriormente.

El método LQR, que genera los cambios de las señales de referencia necesarios para atenuar las oscilaciones no deseadas, se ha utilizado en dos métodos de control distintos como un bucle exterior: modelo de control predictivo de corriente continua (MPDCC) para el lado de la red y modelo de control predictivo de configuración de impulsos (MP3C) para el lado de la máquina [3].

Métodos avanzados de tiempo y frecuencia

Aunque muy efectivos, los esquemas de control de amortiguación activa basados en MIMO y LQR siguen presentando la deficiencia de que solo manipulan las señales de referencia para lograr la atenuación de las oscilaciones eléctricas. Otras técnicas más avanzadas para la atenuación de oscilaciones emplean configuraciones de impulsos optimizadas (OPP). Las OPP se suelen diseñar para eliminar el contenido en armónicos a la frecuencia de resonancia. Pero perturbaciones o pequeños cambios en las posiciones del interruptor pueden volver a introducir este contenido de armónicos no deseado, lo que a su vez se magnifica por el pico de resonancia de los filtros físicos. En consecuencia, es más efectivo observar cada una de las acciones de conmutación en el sistema y analizar su efecto en la atenuación o la creación de contenido de armónicos en el pico de resonancia.

Esta información analítica sobre las consecuencias armónicas de las acciones de control es muy valiosa para tomar la siguiente decisión: ¿debe realizarse la conmutación según lo previsto, o debe desplazarse para ayudar a amortiguar la resonancia? Esos métodos tan avanzados exigen una relación muy baja entre la frecuencia de resonancia del filtro de hardware y la frecuencia de actuación/conmutación. Así puede llevarse el rendimiento del sistema a un nivel superior y reducir el tamaño de los elementos pasivos y, por tanto, el coste.

La visión

Un técnico de control de ABB dispone actualmente de un arsenal muy efectivo y bien estudiado de métodos para la amortiguación activa de resonancias eléctricas. Pero esta no es la última palabra sobre el particular. Con la presencia de circuitos resonantes, tanto en la carga como en la fuente y en los subsistemas intermedios, los sistemas se están haciendo cada vez más complejos. Los métodos de control desarrollados el siglo pasado han proporcionado la solución al problema de la amortiguación activa para sistemas simples de conversión de energía eléctrica, pero la evolución de estos sistemas y la ampliación de configuración simple a múltiple obliga a investigar más. Las dificultades en los futuros sistemas de conversión eléctrica provienen de la escalabilidad de su alcance y su complejidad, así como de aspectos prácticos como los retardos en la comunicación entre los subsistemas y las limitaciones de cálculo impuestas por las plataformas del hardware de control.

Cuando se trata de la atenuación de resonancias, puede que sea más efectivo contemplar como un todo los sistemas de conversión y diseñar métodos de control que aprovechen la estructura total del sistema en vez de los subcomponentes individuales. Esto conducirá a diseños optimizados del sistema, reducción de costes y mejor eficiencia.

Peter AL Hokayem

Silvia Mastellone

Tobias Geyer

Nikolaos Oikonomou

ABB Corporate Research

Baden-Dattwil, Suiza

peter.al-hokayem@ch.abb.com

silvia.mastellone@ch.abb.com

tobias.geyer@ch.abb.com

nikolaos.oikonomou@ch.abb.com

Christian Stulz

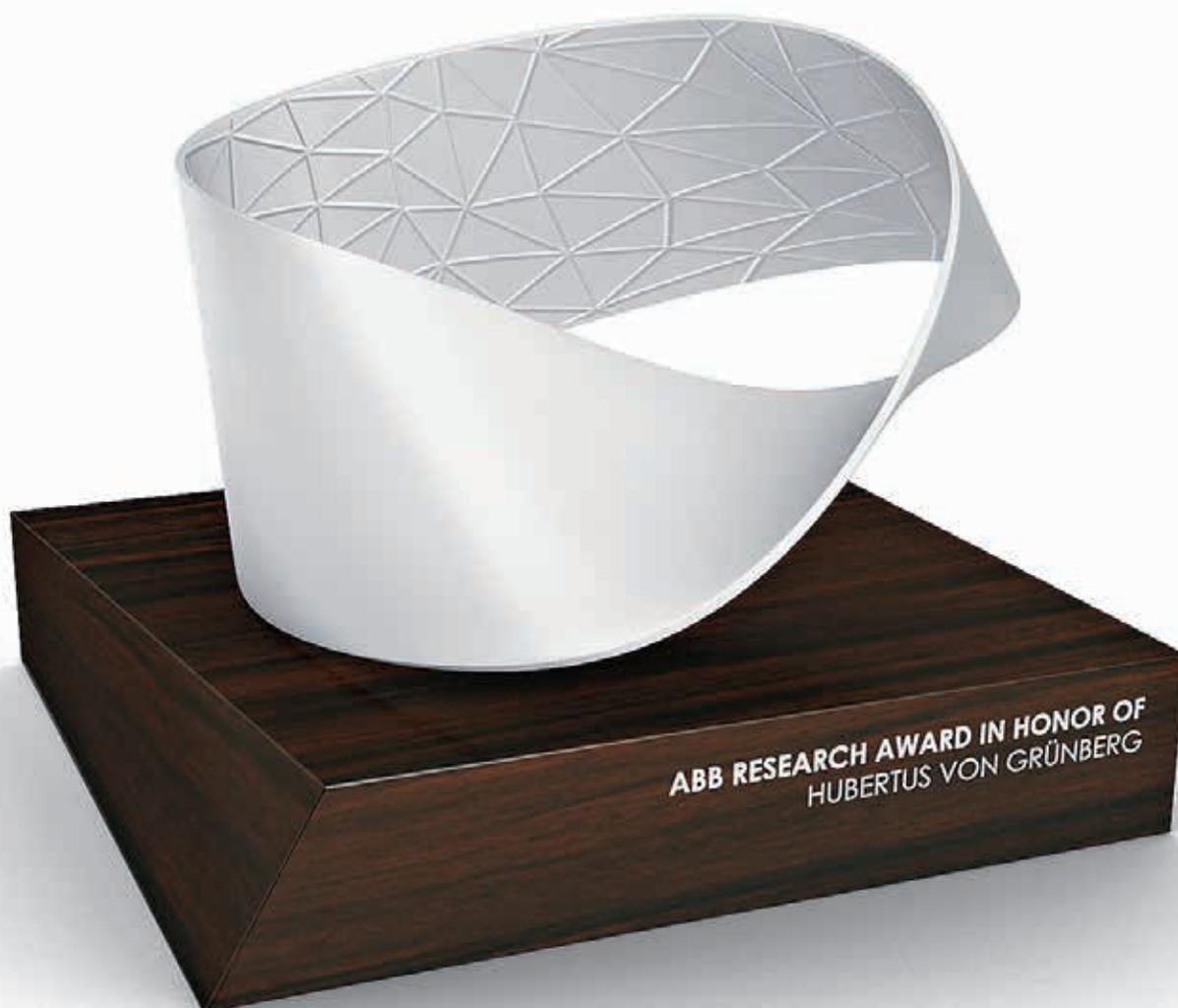
ABB Medium Voltage Drives

Turgi, Suiza

christian.stulz@ch.abb.com

Referencias

- [1] J. Dannehl *et al.*, "Investigation of active damping approaches for PI-based current control of grid-connected pulse width modulation converters with LCL filters," *IEEE Transactions on Industrial Applications*, vol. 46(4), pp. 1509–1517, Jul./Aug. 2010.
- [2] P. Pahjolainen and C. Stulz, "Method and apparatus for direct torque control of a three-phase machine." U.S. Patent 5734249, Mar., 31, 1998.
- [3] P. Hokayem *et al.*, "Active damping for model predictive pulse pattern control," in *Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Pittsburgh, PA*, pp. 1220–1227, Sept 14–18, 2014.



Premio de investigación de 300.000 dólares

ABB ha creado un premio para apoyar la investigación postdoctoral sobresaliente

REINER SCHOENROCK – ABB ha creado un premio internacional de investigación en honor a Hubertus von Gruenberg, que renunció a su cargo de Presidente del Consejo de Administración de ABB en abril de 2015. El Premio ABB Research en honor a Hubertus von Gruenberg quiere fomentar la investigación de altura en los principales campos de actividad de ABB: la electricidad y la auto-

matización aplicadas a servicios públicos, industrias, transporte e infraestructuras. El premio reconocerá investigaciones postdoctorales destacadas, en particular trabajos que hagan un uso creativo de software, electrónica o materiales nuevos para preparar el terreno para soluciones industriales innovadoras.



Von Gruenberg, un físico teórico que escribió su tesis doctoral en 1970 sobre la teoría de la relatividad de Albert Einstein, ha sido esencial para colocar a ABB en la senda del crecimiento sostenible y consolidar su reputación como líder en innovación tecnológica. Durante sus años como Presidente de ABB, de 2007 a 2015, la empresa logró notables avances tecnológicos, como el interruptor de corriente continua de alta tensión (HVDC) híbrido, que resolvió un rompecabezas de ingeniería de 100 años de antigüedad, y allanó el camino para la creación de una red de CC fácil de gestionar → 1.

ABB ha creado un premio de investigación en su nombre para impulsar e inspirar el trabajo de algunos de los tecnólogos más prometedores del futuro. Para la estrategia “Siguiendo nivel” de ABB, la innovación es fundamental. “En un entorno dinámico de innovación global y abierta, ABB debe mostrarse revolucionaria, mirar más allá, para promover innovaciones de vanguardia”.

El premio incluye una ayuda de 300.000 dólares para investigación postdoctoral en el campo de la electricidad y la automatización, y está dirigida a doctores de cualquier universidad especializados en estos campos. El premio se presentará por primera vez en 2016 y después cada tres años.

Los jueces serán profesores de la Escuela Politécnica Federal (ETH) de Zúrich, el Massachusetts Institute of Technology (MIT), la Universidad de Tsinghua de Pekín y el Imperial College London, junto con el propio Hubertus von Gruenberg y Claes Ryttoft.

Para obtener más información sobre el premio ABB Research en honor a Hubertus von Gruenberg, visite su sitio web <http://new.abb.com/hvg-award>, donde encontrará información sobre los requisitos de solicitud.

El plazo de solicitud para el primer premio termina el 29 de enero de 2016.

Imagen del título

El premio ABB Research en honor a Hubertus von Gruenberg se presentará por primera vez en 2016 y después cada tres años.

Reiner Schoenrock

ABB Corporate Communications
Zúrich, Suiza
reiner.schoenrock@ch.abb.com



Su opinión cuenta. Díganos lo que piensa.

La percepción y la satisfacción del lector son importantes para trazar el camino futuro de ABB Review, y por eso le invitamos a participar en una breve encuesta en línea (solo 10 preguntas). Todos los participantes tendrán la oportunidad de ganar un premio. Le damos las gracias por su tiempo.

Encontrará la encuesta en www.abb.com/abbreview. La encuesta termina el 30 de noviembre de 2015.

Consejo de redacción

Claes Ryttoft

Director de Tecnología
I+D y tecnología del Grupo

Ron Popper

Jefe de Responsabilidad empresarial

Christoph Sieder

Responsable de comunicaciones corporativas

Ernst Scholtz

Director de Estrategia de I+D
I+D y tecnología del Grupo

Andreas Moglestue

Jefe de redacción de la ABB Review
andreas.moglestue@ch.abb.com

Editorial

ABB Review es una publicación de I+D
y tecnología del Grupo ABB.

ABB Technology Ltd.

ABB review

Affolternstrasse 44

CH-8050 Zúrich

Suiza

abb.review@ch.abb.com

ABB Review se publica cuatro veces al año en inglés, francés, alemán y español. ABB Review es una publicación gratuita para todos los interesados en la tecnología y los objetivos de ABB. Si desea suscribirse, póngase en contacto con el representante de ABB más cercano o suscríbese en línea en www.abb.com/abbreview

La reproducción o reimpresión parcial está permitida a condición de citar la fuente. La reimpresión completa precisa del acuerdo por escrito del editor.

Editorial y copyright © 2015

ABB Technology Ltd.

Zúrich, Suiza

Impresión

Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH

AT-6850 Dornbirn/Austria

Diseño

DAVILLA AG

Zúrich, Suiza

Cláusula de exención de responsabilidad

Las información contenida en esta revista refleja el punto de vista de sus autores y tiene una finalidad puramente informativa. El lector no deberá actuar sobre la base de las afirmaciones contenidas en esta revista sin contar con asesoramiento profesional. Nuestras publicaciones están a disposición de los lectores sobre la base de que no implican asesoramiento técnico o profesional de ningún tipo por parte de los autores, ni opiniones sobre materias o hechos específicos, y no asumimos responsabilidad alguna en relación con el uso de las mismas. Las empresas del Grupo ABB no garantizan ni aseguran, ni expresa ni implícitamente, el contenido o la exactitud de los puntos de vista expresados en esta revista.

ISSN: 1013-3119

www.abb.com/abbreview



Avance 4115

Integración de fuentes renovables

En el número 2/2015 de ABB Review estudiamos la energía solar. En el número 4/2015 nos acercaremos de nuevo al mundo de las energías renovables.

En esta revisión adoptaremos una perspectiva más amplia que no solo cubrirá la energía propiamente dicha, sino también el efecto que produce en la red, en las industrias y en los usuarios y comentaremos cómo ayudan las tecnologías de ABB a que todos estos sistemas saquen el máximo partido a la creciente cuota de las energías renovables en el conjunto de la producción energética mundial.

ABB Review en tablets

ABB Review también en su tablet.

Visite <http://new.abb.com/about/technology/abb-review/app> o escanee el código QR de la derecha correspondiente a su plataforma.



Manténgase informado

Alguna vez se ha perdido un número de ABB Review? Regístrese para recibir un aviso por correo electrónico en <http://www.abb.com/abbreview> y no vuelva a perderse ningún número.



Cuando se registre para recibir este aviso, recibirá también un correo electrónico con un enlace de confirmación. No olvide confirmar el registro.

Colocar aquí la etiqueta de la dirección



Al alcance de sus dedos.
Cuando la necesite,
cuando quiera.

Consulte la nueva ABB Review con montones de funciones útiles. Accesible inmediatamente en cuatro idiomas, con funciones interactivas para tablets y smartphones, con funciones de búsqueda de la totalidad del contenido y galerías de imágenes, películas y animaciones. Bájese la de la app store que prefiera.

<http://www.abb.com/abbreview>

